



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto técnico de construcción de una nave metálica
para montaje de ascensores

Autor

Adrián Laplaza Masnou

Director

Víctor Tabuenca Cintora

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2020



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza



DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y ORIGINALIDAD

(Este documento debe entregarse en la Secretaría de la EINA, dentro del plazo de depósito del TFG/TFM para su evaluación).

D./D^a. Adrián Laplaza Masnou ,en

aplicación de lo dispuesto en el art. 14 (Derechos de autor) del Acuerdo de 11 de septiembre de 2014, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento de los TFG y TFM de la Universidad de Zaragoza,

Declaro que el presente Trabajo de Fin de (Grado/Máster)

Grado

(Título del Trabajo)

Proyecto técnico de construcción de una nave metálica para montaje de ascensores

es de mi autoría y es original, no habiéndose utilizado fuente sin ser citada debidamente.

Zaragoza, 23 de Septiembre de 2020

Fdo: Adrián Laplaza Masnou



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto técnico de construcción de una nave metálica
para montaje de ascensores

Índice general

Autor

Adrián Laplaza Masnou

Director

Víctor Tabuenca Cintora

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2020



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Documento nº 1 - Memoria

| | | |
|-------|--|----|
| 1.1 | Objeto | 1 |
| 1.2 | Agentes..... | 1 |
| 1.3 | Emplazamiento | 1 |
| 1.4 | Definición de la actividad | 3 |
| 1.4.1 | Definición de la actividad (según epígrafe) | 3 |
| 1.4.2 | Descripción pormenorizada de la actividad, usos y procesos de trabajo..... | 3 |
| 1.5 | Descripción del establecimiento..... | 4 |
| 1.5.1 | Descripción estructural | 4 |
| 1.5.2 | Descripción de la distribución en planta..... | 10 |
| 1.5.3 | Iluminación..... | 13 |
| 1.5.4 | Acabados | 14 |
| 1.5.5 | Accesos | 15 |
| 1.5.6 | Aforo | 16 |
| 1.6 | Información urbanística..... | 17 |
| 1.7 | Planificación tiempo de obra | 17 |
| 1.8 | Condiciones de Seguridad y Salud | 18 |
| 1.9 | Cálculo justificativo | 18 |
| 1.10 | Resumen del presupuesto | 19 |
| 1.11 | Bibliografía consultada..... | 21 |

Documento nº 2 – Anexos

Anexo I

| | |
|---|---|
| 1. Definición del producto | 2 |
| 2. Descripción del proceso..... | 3 |
| 3. Equipamiento para la actividad | 5 |

Anexo II

| | |
|--------------------------------|---|
| 1. Datos | 1 |
| 2. Conclusiones y resumen..... | 4 |

Anexo III

| | |
|--|---|
| 1.1 Objeto | 1 |
| 1.2 Normativa aplicable | 1 |
| 1.3 Descripción de las instalaciones | 1 |
| 1.3.1 Taller | 1 |
| 1.3.2 Almacenes..... | 2 |
| 1.3.2.1 Oficinas | 2 |
| 1.4 Caracterización del establecimiento industrial | 2 |
| 1.5 Anexo II (Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco). | 4 |
| 1.6 Anexo III (Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales). | 8 |

Anexo IV

| | |
|--|----|
| Acciones de viento..... | 1 |
| Cálculo correas | 4 |
| Fachada de pórtico de cerramiento | 4 |
| Cerramiento lateral de la nave | 12 |
| Cerramiento de cubierta de la nave | 25 |
| Pórtico hastial zona taller | 42 |
| Pilar N1-N2 | 43 |

| | |
|---|-----|
| Pilar N104-N105 | 52 |
| Pilar N5-N106 | 61 |
| Dintel N2-N5 | 70 |
| Pórtico zona puente grúa | 82 |
| Dintel N37-N40 | 92 |
| Pórtico zona almacén | 104 |
| Dintel N57-N60 | 114 |
| Pórtico separador de zona taller - oficinas | 126 |
| Pilar N66-N67 | 127 |
| Pilar N115-N116 | 136 |
| Pilar N70-N122 | 148 |
| Dintel N67-N70 | 160 |
| Forjado N143-N144 | 172 |
| Pórtico intermedio de oficinas | 184 |
| Pilar N71-N72 | 185 |
| Dintel N72-N75 | 194 |
| Forjado N143-N144 | 206 |
| Pilar de forjado N117-N148 | 218 |
| Pórtico hastial oficinas | 230 |
| Pilar N120-N121 | 240 |
| Pilar N85-N125 | 252 |
| Dintel N82-N85 | 264 |
| Celosía..... | 288 |
| Puente grúa | 300 |
| Cimentación..... | 312 |
| Uniones..... | 320 |
| Unión dinteles | 320 |
| Unión pilar con dintel | 328 |
| Unión pilar intermedio hastial con dintel | 338 |
| Uniones vigas de forjado | 346 |
| Unión forjado con pilar de pórtico | 351 |
| Arriostramiento de tirantes..... | 361 |

Documento nº 3 – Planos

| | |
|----------------------------------|---------------|
| Situación..... | Plano nº 1 |
| Ubicación..... | Plano nº 2 |
| Cimentación..... | Plano nº 3 |
| Lateral de la nave..... | Plano nº 4 |
| Correas lateral..... | Plano nº 4.1 |
| Correas fachada..... | Plano nº 4.2 |
| Correas cubierta..... | Plano nº 4.3 |
| Cerramiento lateral..... | Plano nº 4.4 |
| Cerramiento fachada..... | Plano nº 4.5 |
| Cerramiento cubierta..... | Plano nº 4.6 |
| Estructura 3D..... | Plano nº 5 |
| Pórtico hastial de taller..... | Plano nº 6 |
| Pórtico de taller..... | Plano nº 7 |
| Pórtico de almacén..... | Plano nº 8 |
| Pórtico almacén-oficinas..... | Plano nº 9 |
| Pórtico oficinas intermedio..... | Plano nº 10 |
| Pórtico hastial de oficinas..... | Plano nº 11 |
| Forjado oficinas..... | Plano nº 12 |
| Distribución nave..... | Plano nº 13 |
| Detalle escalera..... | Plano nº 13.1 |
| Fontanería y saneamiento..... | Plano nº 14 |
| Aguas pluviales de cubierta..... | Plano nº 15 |
| Salidas de emergencia..... | Plano nº 16 |

Documento nº 4 – Pliego de condiciones

| | | |
|----------|--|---|
| 1. | Disposiciones generales..... | 1 |
| 1.1. | Objeto del pliego general..... | 1 |
| 1.2. | Documentación del contrato de obra..... | 1 |
| 2. | Condiciones facultativas..... | 1 |
| 2.1. | Delimitación de funciones de los agentes intervinientes..... | 1 |
| 2.2. | El promotor..... | 2 |
| 2.3. | El proyectista..... | 2 |
| 2.4. | El constructor..... | 3 |
| 2.5. | El director de obra..... | 3 |
| 2.6. | El director de la ejecución de la obra..... | 4 |
| 2.7. | El coordinador de seguridad y salud..... | 4 |
| 2.8. | Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación..... | 5 |
| 2.9. | Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista..... | 5 |
| 2.9.1. | Verificación de los documentos del proyecto..... | 5 |
| 2.9.2. | Oficina en la obra..... | 5 |
| 2.9.3. | Representación del contratista. jefe de obra..... | 6 |
| 2.9.4. | Presencia del constructor en la obra..... | 6 |
| 2.9.5. | Trabajos no estipulados expresamente..... | 6 |
| 2.9.6. | Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto..... | 6 |
| 2.9.7. | Reclamaciones contra las ordenes de la dirección facultativa..... | 7 |
| 2.9.8. | Recusación por el contratista del personal nombrado por el proyectista..... | 7 |
| 2.9.9. | Faltas del personal..... | 7 |
| 2.10. | Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares..... | 7 |
| 2.10.1. | Camino y accesos..... | 7 |
| 2.10.2. | Replanteo..... | 7 |
| 2.10.3. | Comienzo de la obra. ritmo de ejecución de los trabajos..... | 8 |
| 2.10.4. | Orden de los trabajos..... | 8 |
| 2.10.5. | Facilidades para otros contratistas..... | 8 |
| 2.10.6. | Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor..... | 8 |
| 2.10.7. | Prorroga por causa de fuerza mayor..... | 8 |
| 2.10.8. | Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra..... | 9 |
| 2.10.9. | Condiciones generales de ejecución de los trabajos..... | 9 |
| 2.10.10. | Obras ocultas..... | 9 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.10.11. | Trabajos defectuosos..... | 9 |
| 2.10.12. | Vicios ocultos..... | 9 |
| 2.10.13. | De los materiales y de los aparatos. Su procedencia | 10 |
| 2.10.14. | Presentación de muestras | 10 |
| 2.10.15. | Materiales no utilizables..... | 10 |
| 2.10.16. | Materiales y aparatos defectuosos | 10 |
| 2.10.17. | Gastos ocasionados por pruebas y ensayos | 10 |
| 2.10.18. | limpieza de las obras | 11 |
| 2.10.19. | Obras sin prescripciones..... | 11 |
| 2.11. | Recepciones de edificios y obras anejas | 11 |
| 2.11.1. | De las recepciones provisionales..... | 11 |
| 2.11.2. | Documentación final de la obra..... | 12 |
| 2.11.3. | Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra..... | 12 |
| 2.11.4. | Plazo de garantía..... | 12 |
| 2.11.5. | Conservación de las obras recibidas provisionalmente | 12 |
| 2.11.6. | De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida..... | 12 |
| 3. | Condiciones económicas..... | 13 |
| 3.1. | Principio general | 13 |
| 3.2. | Fianzas y garantías..... | 13 |
| 3.2.1. | Fianza provisional | 13 |
| 3.2.2. | Ejecución de trabajos con cargo a la fianza..... | 13 |
| 3.2.3. | De su devolución en general..... | 13 |
| 3.2.4. | Devolución de la fianza o garantía en el caso de efectuarse recepciones parciales..... | 13 |
| 3.3. | Precios..... | 14 |
| 3.3.1. | Composición de los precios unitarios..... | 14 |
| 3.3.2. | Beneficio industrial..... | 14 |
| 3.3.3. | Precio de ejecución material | 14 |
| 3.3.4. | Precio de contrata..... | 14 |
| 3.3.5. | Precios de contrata. importe de contrata | 15 |
| 3.3.6. | Precios contradictorios..... | 15 |
| 3.3.7. | Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios | 15 |
| 3.3.8. | De la revisión de los precios contratados..... | 15 |
| 3.3.9. | Acopio de materiales | 15 |
| 3.4. | Obras por administración | 16 |
| 3.4.1. | Administración | 16 |
| 3.4.2. | Obra por administración directa | 16 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.4.3. | Obras por administración delegada o indirecta | 16 |
| 3.4.4. | Liquidación de obras por administración | 16 |
| 3.4.5. | Abono al constructor de las cuentas de administración delegada | 17 |
| 3.4.6. | Normas para la adquisición de los materiales y aparatos | 17 |
| 3.4.7. | Responsabilidad del constructor por bajo rendimiento de los obreros | 17 |
| 3.4.8. | Responsabilidades del constructor | 17 |
| 3.5. | Valoración y abono de los trabajos | 18 |
| 3.5.1. | Formas varias de abono de las obras | 18 |
| 3.5.2. | Relaciones valoradas y certificaciones | 18 |
| 3.5.3. | Mejoras de obras libremente ejecutadas | 19 |
| 3.5.4. | Abono de trabajos presupuestados con partida alzada | 19 |
| 3.5.5. | Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados | 20 |
| 3.5.6. | Pagos | 20 |
| 3.5.7. | Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía | 20 |
| 3.6. | Indemnizaciones mutuas | 20 |
| 3.6.1. | Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras | 20 |
| 3.6.2. | Demora de los pagos | 20 |
| 3.7. | Varios | 21 |
| 3.7.1. | Mejoras y aumentos de obra. casos contrarios | 21 |
| 3.7.2. | Unidades de obra defectuosas pero aceptables | 21 |
| 3.7.3. | Seguro de las obras | 22 |
| 3.7.4. | Conservación de la obra | 22 |
| 3.7.5. | Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor | 23 |
| 4. | Pliego de condiciones particulares y técnicas | 23 |
| 4.1. | Objeto | 23 |
| 4.2. | Movimientos de tierras | 23 |
| 4.3. | Hormigones para cimentación y solera | 24 |
| 4.4. | Estructura metálica | 25 |
| 4.4.1. | Acero laminado | 25 |
| 4.4.2. | Tornillos de acero | 25 |
| 4.4.3. | Ejecución | 25 |
| 4.4.4. | Criterios de aceptación y rechazo | 26 |
| 4.5. | Albañilería y carpintería | 27 |
| 4.5.1. | Cerramientos | 27 |
| 4.5.2. | Barandillas | 27 |

| | | |
|--------|---|----|
| 4.5.3. | Fachadas | 28 |
| 4.5.4. | Revestimientos, guarnecidos, enlucidos y enfoscados | 28 |
| 4.5.5. | Otros | 29 |
| 4.5.6. | Impermeabilización | 29 |
| 4.5.7. | Cerrajería. puertas de acero | 29 |

Documento nº 4 – Estudio de seguridad y salud

| | | |
|--------|--|----|
| 1.1. | Objeto de estudio | 1 |
| 1.2. | Identificación de los autores del estudio..... | 1 |
| 1.3. | Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud | 1 |
| 1.4. | Características de la obra..... | 1 |
| 1.4.1. | Descripción y situación | 1 |
| 1.4.2. | Plan de ejecución de la obra..... | 2 |
| 1.4.3. | Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra | 3 |
| 1.4.4. | Fases de la obra de interés prevención | 3 |
| 1.5. | Riesgos | 3 |
| 1.5.1. | Riesgos profesionales..... | 3 |
| 1.5.2. | Riesgo daños a terceros | 5 |
| 1.6. | Disposiciones mínimas de seguridad y salud en la obra | 5 |
| 1.6.1. | Disposiciones mínimas generales..... | 5 |
| 1.6.2. | Disposiciones mínimas en el interior de los locales | 10 |
| 1.6.3. | Disposiciones mínimas en el exterior de los locales | 12 |
| 1.7. | Medidas preventivas y protecciones técnicas..... | 15 |
| 1.7.1. | Protecciones individuales..... | 15 |
| 1.7.2. | Protecciones colectivas..... | 16 |
| 1.7.3. | Formación | 17 |
| 1.7.4. | Medicina preventiva y primeros auxilios..... | 17 |
| 1.7.5. | Prevención de riesgos de daños a terceros | 18 |
| 1.8. | Disposiciones legales de aplicación | 18 |
| 1.9. | Condiciones de los medios de protección | 19 |
| 1.9.1. | Protecciones personales..... | 19 |
| 1.9.2. | Protecciones colectivas..... | 19 |
| 1.10. | Plan de seguridad y salud. obligaciones de contratistas y subcontratistas..... | 20 |
| 1.11. | Paralización de los trabajos..... | 20 |
| 2.1. | Introducción..... | 20 |
| 2.2. | Libro de incidencias..... | 21 |
| 2.3. | Obligaciones de las partes | 21 |
| 2.3.1. | Obligaciones del promotor | 21 |
| 2.3.2. | Obligaciones contratista..... | 21 |
| 2.3.3. | Obligaciones trabajadores | 22 |
| 2.4. | Naturaleza técnica..... | 23 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.4.1. | Materiales | 23 |
| 2.5. | Naturaleza legal..... | 26 |
| 2.5.1. | Disposiciones legales | 26 |
| 3.1. | Presupuesto parcial: PROTECCIONES INDIVIDUALES EPI CABEZA..... | 28 |
| 3.2. | Presupuesto parcial: PROTECCIONES INDIVIDUALES EPI CUERPO..... | 29 |
| 3.3. | Presupuesto parcial: PROTECCIONES INDIVIDUALES EXTR.SUPERIORES..... | 30 |
| 3.4. | Presupuesto parcial: PROTECCIONES INDIVIDUALES EXTR.INFERIORES | 31 |
| 3.5. | Presupuesto parcial: PROTECCIONES COLECTIVAS..... | 32 |
| 3.6. | Presupuesto parcial: SEÑALIZACIÓN..... | 33 |
| 3.7. | Presupuesto parcial: INST.ELÉCTRICA CUADRO DE OBRA | 34 |
| 3.8. | Presupuesto parcial: EXTINCIÓN DE INCENDIOS..... | 35 |
| 3.9. | Presupuesto parcial: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR | 36 |
| 3.10. | Presupuesto parcial: FORMACIÓN,CONSERVACIÓN E HIGIENE | 36 |
| 3.11. | Presupuesto de ejecución material..... | 38 |
| 3.12. | Presupuesto de ejecución por contrata | 39 |

Documento nº 5 – Presupuesto

| | |
|---|----|
| 1. Mediciones..... | 1 |
| 2. Presupuestos | 33 |
| 3. Resumen del presupuesto de ejecución de material | 68 |
| 4. Presupuesto de ejecución por contrata..... | 71 |



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto técnico de construcción de una nave metálica para
montaje de ascensores

Memoria

Autor

Adrián Laplaza Masnou

Director

Víctor Tabuenca Cintora

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2020



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Índice

| | | |
|-------|---|----|
| 1.1 | Introducción | 1 |
| 1.2 | Objeto | 1 |
| 1.3 | Agentes | 1 |
| 1.4 | Emplazamiento | 1 |
| 1.5 | Definición de la actividad..... | 3 |
| 1.5.1 | Definición de la actividad (según epígrafe)..... | 3 |
| 1.5.2 | Descripción pormenorizada de la actividad, usos y procesos de trabajo | 3 |
| 1.6 | Descripción del establecimiento | 4 |
| 1.6.1 | Descripción estructural..... | 4 |
| 1.6.2 | Descripción de la distribución en planta | 11 |
| 1.6.3 | Iluminación | 14 |
| 1.6.4 | Acabados | 15 |
| 1.6.5 | Accesos..... | 16 |
| 1.6.6 | Aforo | 17 |
| 1.7 | Información urbanística | 18 |
| 1.8 | Planificación tiempo de obra..... | 18 |
| 1.9 | Condiciones de Seguridad y Salud..... | 19 |
| 1.10 | Cálculo justificativo | 19 |
| 1.11 | Resumen del presupuesto..... | 20 |
| 1.12 | BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA | 22 |

1.1 Introducción

En este proyecto, a partir de un proceso productivo de montaje de ascensores, se ha diseñado y calculado una nave industrial metálica la cual satisface todas las necesidades de dicho proceso. Mediante un predimensionado gracias al programa Cype 3D, se han optimizado los perfiles, uniones y cimentación, para más tarde, comprobar su validez conforme a las directrices establecidas en la norma española: el Código Técnico de la Construcción, y la Instrucción de Hormigón Estructural.

Se trata de una nave metálica de 1600m², distribuidos por 16 pórticos cada 5 metros, con 20 metros de luz y 9,5 metros de altura de cumbrera, con un 15% de inclinación en cubierta. En los 3 primeros pórticos se ha instalado un forjado colaborante para la colocación de una entreplanta a 3,6 metros de altura.

También se ha instalado un puente grúa con una capacidad de 5 toneladas a lo largo de los pórticos que cubren la zona de producción.

Los planos se han realizado mediante el programa AutoCad, y los presupuestos con Presto.

1.2 Objeto

La presente memoria tiene por objeto instaurar las condiciones económicas y técnicas para la ejecución de obra de una instalación industrial para el montaje de cabinas de ascensor, así como el dimensionado y cálculo de la misa. Además, se establecerán las bases para la dirección y ejecución de obra de dicho proyecto.

Asimismo este documento servirá como base administrativa ante los Organismos Competentes, obteniendo así la pertinente licencia de obra de la nave a construir y la licencia de actividad, que también será explicada más adelante.

1.3 Agentes

En este caso, el promotor del proyecto es Don Víctor Tabuena Cintora, director del presente proyecto.

La dirección de obra, así como la coordinación de seguridad y salud, correrá a cargo de Don Adrián Laplaza Masnou, autor del proyecto, y estudiante de Ingeniería Mecánica por la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de Zaragoza.

1.4 Emplazamiento

La instalación industrial se va a emplazar en una parcela situada en la calle nº 8, dentro del Polígono Industrial *El Saco*, ubicada en la localidad de Alfajarín, Zaragoza, CP 50172.

En un estudio previo, se seleccionaron tres posibles ubicaciones, para finalmente tomar una decisión final en base a varios parámetros. Dicho estudio se puede consultar en el Anexo II.

La parcela cuenta con una superficie total de 8708,7 m², de los cuales son edificables 6096,1 m². La forma de la parcela es cuadrada con unas dimensiones de 91 m de ancho y 95,7m de profundidad.

El acceso de entrada y salida del recinto se hará por una puerta de 13 m de longitud tipo corredera, y la ubicación de la nave se realiza teniendo en cuenta la entrada y salida de vehículos, así como los posibles recorridos de los camiones y furgonetas de reparto para facilitar su entrada a los muelles de descarga y salida del recinto.



Ilustración 1. Localización polígono industrial

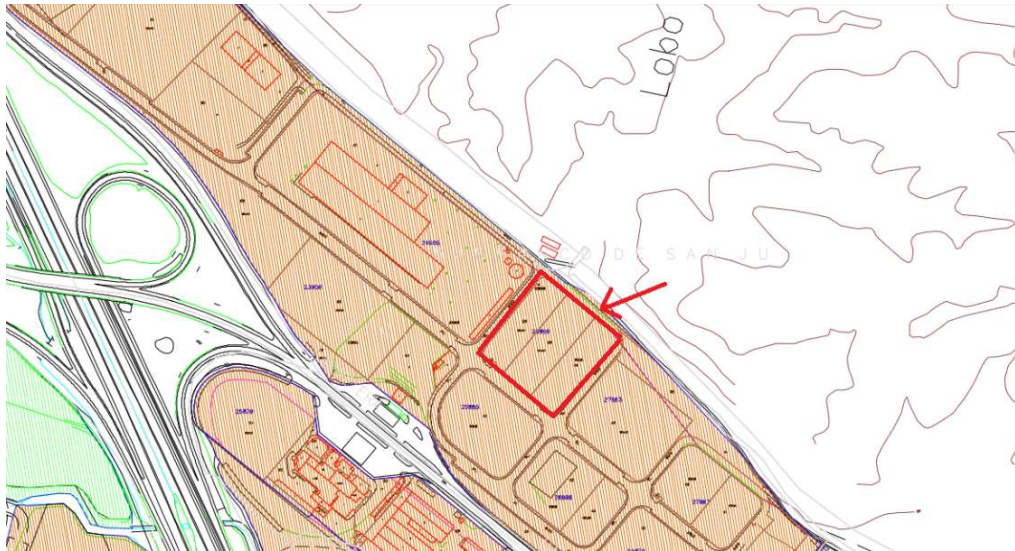


Ilustración 2. Localización de la parcela

La Ilustración 1 corresponde a una fotografía aérea de la localización del polígono industrial El Saco donde se ubicará la instalación industrial, descrita en el Plano N° 1.

La Ilustración 2 corresponde a un esquema representativo de la localización de la parcela dentro del polígono industrial, descrito en el Plano N° 2.

1.5 Definición de la actividad

1.5.1 Definición de la actividad (según epígrafe)

La actividad que a desarrollar en la instalación es la de montaje de ascensores. Según el IAE la actividad realizada se encuentra dentro de la agrupación 32 (construcción de maquinaria y equipo mecánico) en el epígrafe 325.4 para la construcción de maquinaria de elevación y manipulación.

1.5.2 Descripción pormenorizada de la actividad, usos y procesos de trabajo

La actividad a desarrollar es la de fabricación y almacenamiento de las distintas partes que componen la estructura principal de una cabina de ascensor. La nave industrial estará dividida en 3 zonas ampliamente diferenciadas.

La primera zona estará constituida por las oficinas, situadas en una entreplanta, y los vestuarios y recepción, situados bajo las oficinas. En ellas se llevarán a cabo las tareas administrativas y será el lugar donde se diseñen y calculen los diferentes elementos para cada modelo de cabina.

La segunda zona estará formada por el área de fabricación, donde se realizarán las diferentes operaciones a cada material. Se realizan tres artículos de forma independiente, el techo, el suelo y la

estructura central, cada uno con unos materiales y procesos diferentes. La transformación de las distintas materias primas pasa por procesos mecánicos como el cizallado, punzonado, corte láser y plegado. Esta zona estará comunicada con los servicios higiénicos-sanitarios, siendo estos los aseos y vestuarios para el personal laboral.

También se cuenta con una zona de soldadura situada en un extremo de la nave para evitar posibles inconveniencias como puede ser la emisión de humos o posibles proyecciones de material. Se colocarán unas pantallas protectoras para evitar dichos percances y problemas causados por la emisión de luz ultravioleta.

Además, una zona de montaje y una zona de embalaje, que estarán comunicadas con la zona de almacenamiento final del producto. En esta zona de embalaje cada pieza es guardada con su correspondiente referencia y almacenada en una caja con los componentes finales que constituyen cada ascensor. El paquete es embalado y puesto en palé para ser almacenado en la zona de producto final.

Por último, se tiene la zona de almacenaje de materia prima y de producto acabado. En la primera la materia prima y los productos semielaborados se almacenarán en distintas estanterías dependiendo de cada producto. El almacenamiento final se realiza mediante estanterías de cargas pesadas para picking. Las diferentes zonas estarán conectadas con las salidas a los muelles de carga.

En el Anexo I se realizará una explicación más pormenorizada de cada proceso para la obtención del producto deseado así como una lista de las diferentes máquinas utilizadas en el proceso industrial y sus características.

1.6 Descripción del establecimiento

1.6.1 Descripción estructural

La actividad industrial se va a realizar dentro de una nave industrial metálica, compuesta por 16 pórticos de 20 metros de luz, con una separación de 5 metros entre ellos, haciendo así unas dimensiones de 20 metros por 80 metros, generando una superficie de 1600 m².

La altura de pilar es de 8 metros, y la altura de cumbrera de 9,5 metros, obteniendo así una pendiente del 15% para la cubierta, suficiente para poder descargar la posible nieve dada la zona seleccionada.

A lo largo de todo el perímetro de la nave se sitúa un muro de fábrica de 2,5 metros de altura de bloque de hormigón prefabricado de dimensiones 15x20x40 cm. Los primeros 50 cm son muro de hormigón armado, y encima, arranca el bloque de hormigón. Con ello se evitarán la aparición de humedades, sobre todo en la zona de vestuarios, además de generar una mayor seguridad a la hora de manejar maquinaria pesada cerca de las fachadas.

Los pórticos se clasifican en 6 grupos diferentes, atendiendo a las necesidades de cada zona de la nave:

- Pórtico hastial de taller, únicamente hay uno, y es el pórtico hastial que hace de cerramiento en la zona de taller. Está compuesto por perfiles metálicos IPE 300 para los pilares laterales e intermedios (uno a mitad del pórtico, y otros dos equidistantes entre el pilar central y el lateral),

como para los dinteles. A una altura de 6 metros, en los pilares se coloca un perfil que hace de apoyo a la viga carril del puente grúa. Las uniones son de nudos rígidos, exceptuando las de los pilares intermedios con los dinteles.

- Pórtico zona puente grúa, siendo 8 el total de estos, se encuentran en la zona de taller, formados por perfiles metálicos IPE 330 para los pilares laterales, y perfiles IPE 300 para los dinteles. En la unión pilar-dintel y en la unión entre dinteles se colocan unas cartelas inferiores de 2 metros de longitud, y en los pilares laterales, a una altura de 6 metros, el perfil que hace de apoyo a la viga carril del puente grúa. Las uniones son de nudos rígidos.
- Pórtico zona almacén, un total de 4 pórticos que se encuentran en la zona de almacén. Están formados por perfiles metálicos IPE 330 para los pilares laterales, y perfiles IPE 300 para los dinteles. En la unión pilar-dintel y en la unión entre dinteles se colocan unas cartelas inferiores de 2 metros de longitud. Las uniones son de nudos rígidos.
- Pórtico separador de zona taller-oficinas, pórtico único que separa la zona de taller con la zona de oficinas, haciendo a su vez la función de cerramiento lateral de las oficinas. Está formado por perfiles metálicos IPE 300 para los pilares laterales y dinteles, y perfiles HE 180 B para los pilares intermedios (misma disposición que los del pórtico hastial de taller). En la unión pilar-dintel y en la unión entre dinteles se colocan unas cartelas inferiores de 2 metros de longitud. Además, contiene un forjado de entreplanta a una altura de 3,6 metros formado por vigas IPE 220. Las uniones son de nudos rígidos, exceptuando las de los pilares intermedios con los dinteles.
- Pórtico intermedio de oficinas, siendo los dos pórticos que forman la estructura de las oficinas, formado por perfiles metálicos IPE 300 para los pilares laterales y dinteles, perfiles IPE 270 para el forjado. Los pilares intermedios no llegan al dintel, sirven de apoyo al forjado (3,6 metros de altura), y están formados por perfiles HE 140 A. En la unión pilar-dintel y en la unión entre dinteles se colocan unas cartelas inferiores de 2 metros de longitud. Las uniones son de nudos rígidos, exceptuando las de los pilares intermedios con el forjado.
- Pórtico hastial de oficinas, pórtico único que funciona como cerramiento de la zona de oficinas. Está formado por perfil metálico IPE 300 para los pilares tanto laterales como intermedios (de igual distribución que los del pórtico hastial de taller), y para los dinteles, y perfiles IPE 270 para el forjado. Las uniones son de nudos rígidos, exceptuando las de los pilares intermedios con los dinteles.

Para la zona exterior, los cerramientos se dividen en tres:

- Fachada frontal, se coloca un panel de fachada semiliso de la empresa Hiansa, de 50 mm de espesor nominal y 1100 mm de longitud. Está compuesto por 2 chapas de acero con un núcleo aislante, garantizando así unas prestaciones en aislamiento térmico. La unión entre paneles es mediante junta machihembrada con sistema de tornillería.

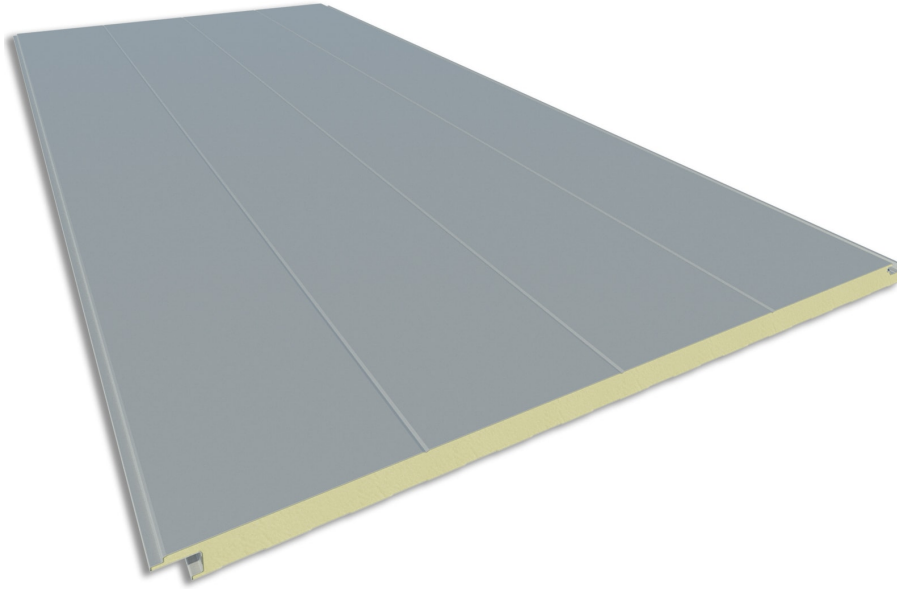


Ilustración 3. Panel de fachada semiliso

MONTAJE VERTICAL

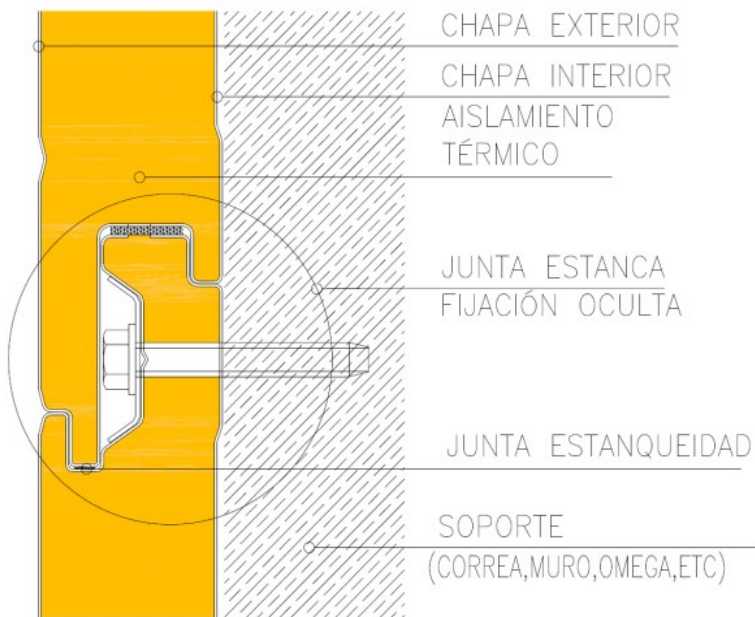


Ilustración 4. Detalle constructivo de unión entre paneles

Estos paneles van anclados a 5 correas colocadas cada 1,6 metros, a excepción de la superior, que se coloca a 1,45 metros de su contigua inferior, cubriendo, junto con los 2,5 metros de muro, una altura de 9,5 metros. Se selecciona un perfil CF 120,3,0. Cada correa va apoyada en tres pilares, y se dispone una tirantilla en mitad de cada vano que conecta las 5 correas, y termina en el dintel.

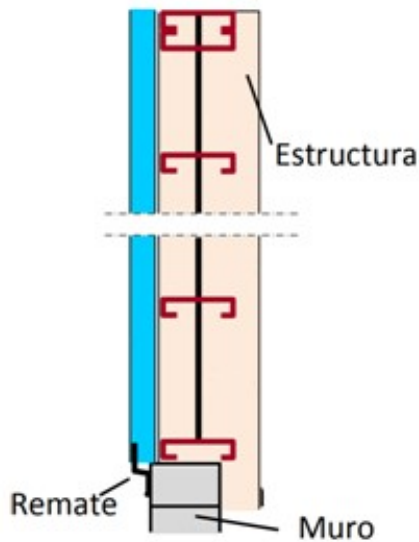


Ilustración 5. Detalle del cerramiento

- Fachada lateral, se coloca el mismo panel que en la fachada frontal. Las correas en este caso son 4, y están separadas 1,8 metros entre sí, cubriendo, junto al muro de 2,5 metros, una altura de 8 metros. La disposición de las mismas es igual a la de la fachada frontal, con un perfil CF 120,3,0 también. Sin embargo, la tirantilla termina en la correa superior, haciendo que tenga que usarse un perfil doble para ella, a diferencia de las demás.

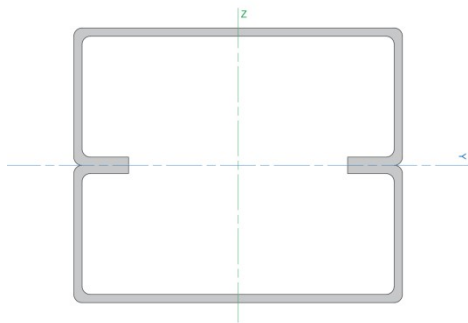


Ilustración 6. Detalle de perfil CF 120,3,0 doble

- Cubierta, se coloca panel de cubierta con tapajunta de 3 grecas de la misma empresa Hiansa, de espesor nominal de 30 mm y 1000 mm de longitud. Está compuesto por acero prelacado en la cara exterior, con una cara interior de acero prelacado, aluminio centesimal y cartón bituminoso, con un aislante de poliuretano.

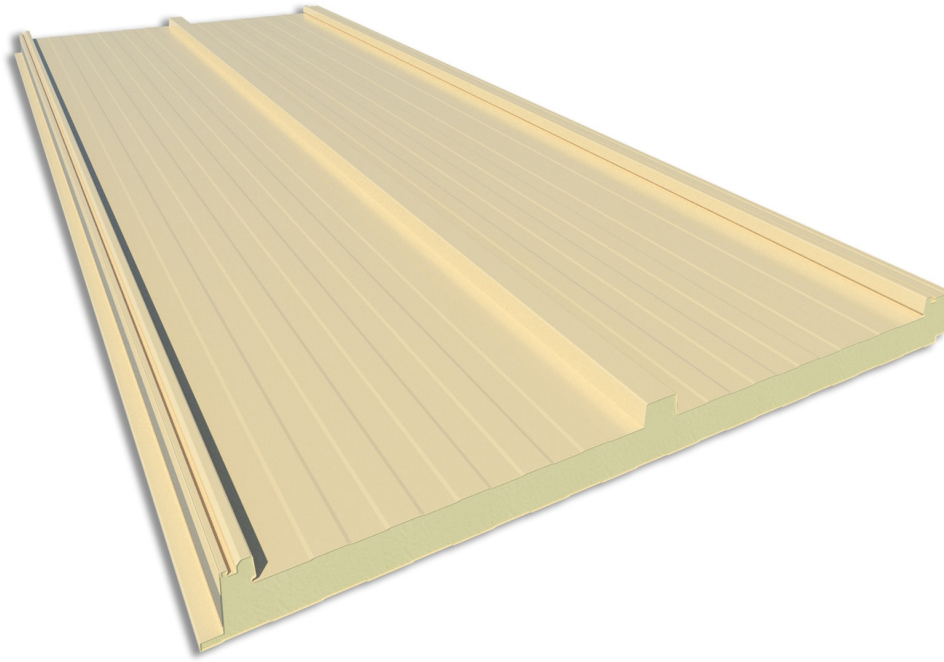


Ilustración 7. Panel de cubierta

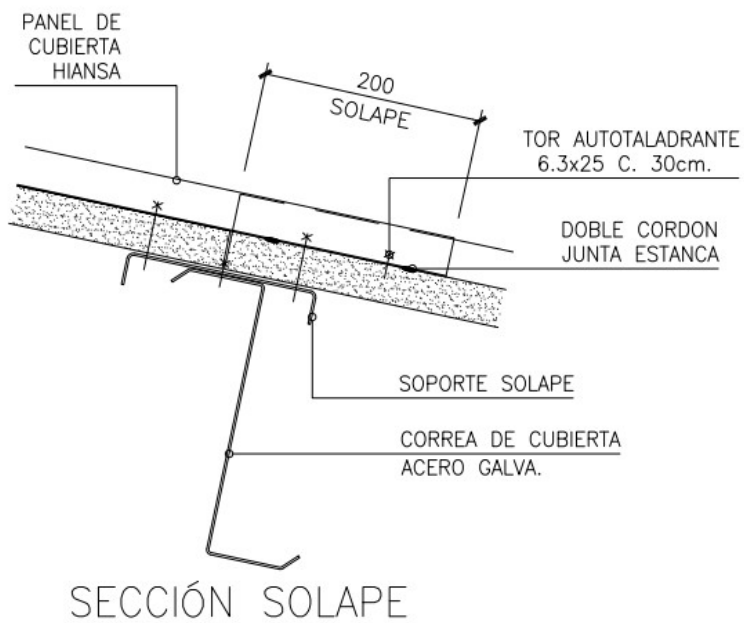
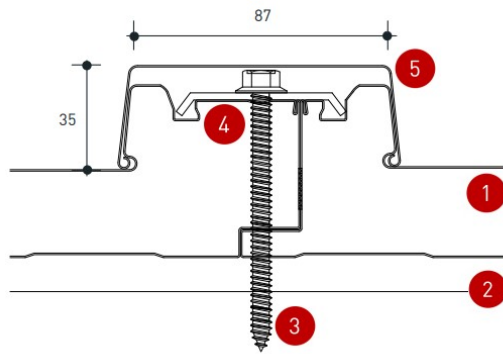


Ilustración 8. Detalle constructivo de unión panel-correa



- 1 PANEL DE CUBIERTA HIANSA
- 2 CORREAS SOPORTE CUBIERTA
- 3 TORNILLO FIJACIÓN PANEL HIANSA
- 4 GRAPA SUJECCIÓN PANEL HIANSA
- 5 TAPAJUNTAS PANEL HIANSA

Ilustración 9. Detalle constructivo de unión entre paneles

Estos paneles van anclados a 6 correas colocadas cada 2,02 metros, cubriendo, junto con los 2,5 metros de muro, una altura de 10,12 metros por faldón. Se selecciona un perfil CF 160,2,5. Cada correa va apoyada en tres pilares, y se dispone una tirantilla en mitad de cada vano que conecta las 5 correas, y termina en la correa superior. Esta correa, a su vez, está unida con su simétrica en el otro faldón de cubierta. En este caso no es necesario cambiar el perfil de esta correa superior.

Para la zona de oficinas se coloca un forjado colaborante a una altura de 3,6 metros. Se selecciona el modelo de la empresa Hiansa MT-60 que consiste en chapa metálica de 0,8 mm de espesor apoyada sobre tres nervios con perfiles IPE 270 ya mencionados en los pórticos de la zona de oficinas, con una distancia de 2,5 metros entre ellos. Encima de esta, se colocará una losa de hormigón de 10 cm de canto. Dado que el número de apoyos es de tres, se colocará una armadura de negativos encima del apoyo intermedio para absorber los momentos generados en el mismo.

Como acceso a las oficinas, se coloca una escalera metálica de dos tramos de 1,8 metros de altura cada uno, formando 180° entre ellos. Los escalones tienen unas dimensiones de 120 cm de anchura, 30 cm de huella y 18 cm de contrahuella. El descanso intermedio es de 1,2 x 2,4 metros, y la unión de la escalera con la planta se hará mediante otro descanso de 1,2 x 1,4 metros. Todo el perímetro de la escalera contará con barandilla de 1 metro de altura como medida de seguridad.



Ilustración 10. Escalera de acceso a oficinas

En la zona de taller, se coloca un puente grúa ZLK birraíl de de la empresa Abus, para una carga de 5 toneladas y una luz de 20 metros. Se desplaza sobre una viga carril formada por un IPE 500, el cual está apoyado sobre una ménsula unida al pilar de pórtico, compuesta por un HE 140 B. Dicha ménsula se encuentra a una altura de 6 metros. Además, en cada apoyo, la viga carril cuenta con dos rigidizadores perpendiculares al alma, uno a cada lado de la misma, de dimensiones 426x50x10 mm.

Para poder soportar los esfuerzos generados por el puente grúa, se dispone un sistema de arriostramiento lateral entre los dos pórticos hastiales y sus respectivos pórticos contiguos, así como entre los pórticos que delimitan la zona de taller de la zona de almacén. Este arriostramiento consiste en varias Cruces de San Andrés con redondos de diámetro 18 mm. Dos cruces en el lateral, separadas la altura de la ménsula del puente grúa, a 6 metros, por un perfil cuadrado 80x80x4, y otras dos cruces en cada faldón de cubierta, separadas de la misma forma y mismo perfil, pero esta vez en el punto medio del dintel.

Para la cimentación, se realizan zapatas centradas aisladas, uniendo todo el perímetro de la nave con vigas de atado de 50 x 50 cm, que sirven como cimentación para el muro de 50 cm antihumedad. En el interior de la nave, se disponen perfiles IPE con zapatas aisladas que sirven para rigidizar la partición de muro que separa la zona de producción de la de almacenamiento. Las dimensiones son las mínimas requeridas por norma ya que no tienen función de soportar esfuerzos.

1.6.2 Descripción de la distribución en planta

La nave industrial se compone de dos zonas diferenciadas: zona de producción y zona administrativa. La primera zona se encuentra en la planta baja, mientras que la segunda se coloca en una entre planta a 3,6 metros de altura. Las medidas de la zapata varían según los esfuerzos que transmita cada pilar, detalladas en el Plano nº 5.

- Zona de producción

La distribución de la planta baja de la nave es la siguiente:

| Nº | Zona | | Superficie (m ²) |
|----|----------------------------|------------------|------------------------------|
| 1 | Cizallado | | 88 |
| 2 | Punzonado | | 126 |
| 3 | Corte Láser | | 72 |
| 4 | Plegado | | 60 |
| 5 | Zona de soldadura | | 160 |
| 6 | Almacén | Materia Prima | 210 |
| | | Producto Acabado | 230 |
| 7 | Zona de montaje y embalaje | | 340 |
| 8 | Vestuario | Masculino | 70 |
| | | Femenino | 63 |
| 9 | Comedor | | 40 |
| 10 | Recepción | | 50 |

Las zonas del número 1 al número 5 se agrupan como zonas de procesado. En ellas es donde tiene lugar las transformaciones y procesos a los que se somete el material. Para la distribución en planta, primero se han seleccionando las máquinas necesarias en el proceso y, a partir de ahí, se ha definido el tamaño necesario para que los operarios desarrollen su trabajo y los materiales puedan colocarse junto a las máquinas (Sg) de manera óptima, además del espacio para permitir el flujo de materiales y operarios entre los diferentes puestos (Sv).

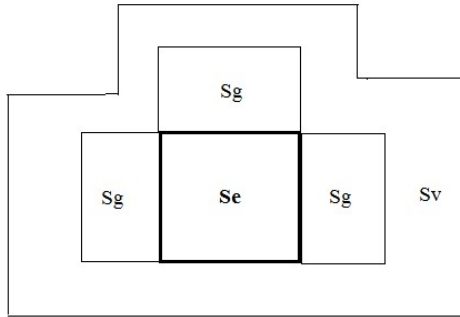


Ilustración 11. Superficies de trabajo para máquinas

Las dimensiones de cada máquina se adjuntan en la siguiente tabla:

| | Cizalladora | Punzonadora | Corte láser |
|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Modelo | Schroder Basic | Euromac STX12 | iSLPhotonics |
| Ancho (mm) | 3090 | 3630 | 2500 |
| Longitud (mm) | 4000 | 4840 | 3700 |
| Peso (kg) | 5600 | 7800 | 3000 |
| Potencia (kW) | 12 | 8,5 | 8 |

Con estos datos se realiza el cálculo de la superficie de los centros de trabajo, que será la suma de la superficie que ocupa la máquina (Se) más las superficies Sg y Sv, que se calculan en función de un coeficiente k que oscila entre 0,05 y 3. En este caso se toma el valor de 2 (industria mecánica).

Los cálculos realizados están resumidos en la siguiente tabla:

| Puesto trabajo | Se (m^2) | k | Sg (m^2) | Sv (m^2) | St (m^2) |
|-----------------------|------------------------------|----------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Cizalla | 12,4 | 2 | 25 | 50 | 87,4 |
| Plegadora | 9 | 2 | 18 | 36 | 60 |
| Punzonadora | 17,6 | 2 | 36 | 72 | 125,6 |
| Láser | 9,25 | 2 | 19 | 40 | 68,25 |
| Total | | | | | 281,25 |

De esta forma es como quedan repartidos los diferentes procesos con sus correspondientes superficies necesarias.

La zona de almacenaje se divide en dos: una destinada a la materia prima, y otra de destinada a albergar el producto ya ensamblado y acabado. Estas zonas disponen de estanterías metálicas picking para cargas pesadas, constituidas por módulos unidos formando agrupaciones longitudinales dobles de 4 metros de altura. Poseen un arriostramiento lateral, baldas metálicas y travesaños de refuerzo horizontales debido a la gran carga a soportar.

Por otro lado, se encuentran las zonas de vestuario, comedor y recepción.

Dentro de la nave, se han definido dos accesos independientes: uno para la zona de oficinas, y otro para la zona de producción. Este primero se realiza a través de una puerta lateral que conduce a la recepción, un espacio de 5,7 x 8,8 metros donde se encuentra la escalera que habilita el acceso a la entre planta. De esta forma, se separan los accesos de los operarios de nave de los de los trabajadores de oficina y clientela.

El segundo acceso está ubicado en la fachada del pórtico hastial de oficinas. A través de él se accede a un pasillo interior que conduce a los vestuarios, comedor y zona de producción. Los vestuarios están diferenciados por sexos, habiendo así uno masculino y otro femenino. Ambos cuentan con un baño habilitado para personas minusválidas, completamente equipado con baño, ducha y lavabo.

El vestuario masculino cuenta con un baño de 12 m² con 4 inodoros de cabina, y dos de pared. Una zona de 6 duchas de 10 m², y una zona para cambios de ropa de 21 m² con taquillas, banco y 4 lavabos.

El vestuario femenino cuenta con un baño de 9 m² con 3 inodoros de cabina. Una zona de 6 duchas de 10 m², y una zona para cambios de ropa de 21 m² con taquillas, banco y 4 lavabos.

En ambos casos, tanto las zonas de ducha como las de baño están separadas del resto por tabiquería a su alrededor, exceptuando un hueco de 1 metro de anchura por el cual se accederá a ellos.

Todas las medidas y cantidad de elementos se han calculado siguiendo los criterios orientativos descritos en la OM 1971.

Por último, se dispone una zona para descanso y pausas de 4,5 x 8,8 metros, que servirá como zona descanso para los operarios de la zona de producción, con un espacio suficiente para el número de trabajadores por turno definido.

- Zona de oficinas

El acceso por escalera conduce a un hall de 60 m² que conecta con todas las dependencias de la zona de oficinas. Se dispone de dos despachos de 65 m² cada uno, en los cuales se encuentran todos los departamentos de la empresa en cuestión. Una sala de reuniones de otros 65 m², así como un baño de 16

m² con 4 inodoros de cabina, y un cuarto de 16 m² que servirá como almacén para archivos, documentos, o material de oficina.

1.6.3 Iluminación

Para reducir el consumo eléctrico, se va a aprovechar la luz natural optando por la colocación de lucernarios en cubierta. Se va a colocar Panel HiansaPlus, de la empresa Hiansa, dado que tiene la misma unión que el panel de cerramiento dispuesto en cubierta, de 30 mm de espesor y 1000 mm de largo. Se trata de un panel de policarbonato alveolar formado por 6 paredes de células rectangulares, confiriéndole así un buen aislamiento térmico.

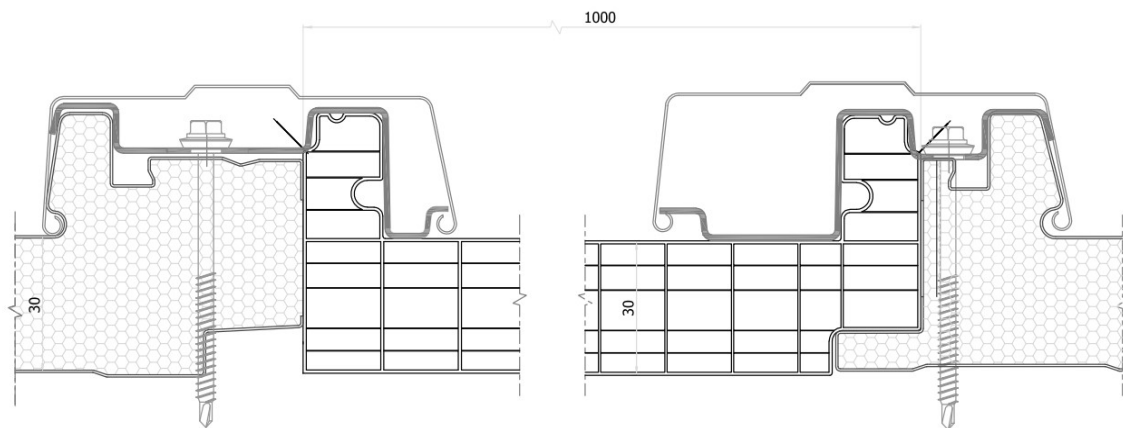


Ilustración 12. Detalle unión

Se dispone un lucernario por faldón, de 1 metro de anchura, con la largura completa del faldón. Se colocan en el centro del vano entre cada pórtico, exceptuando los pórticos de oficinas. La separación entre cada uno es, entonces, la modulación, en este caso, 5 metros, haciendo un total de 26 lucernarios. Además, se colocarán leds HB Dali, de la empresa Ledvance, de 90 W de potencia, con una disposición como se indica en la figura, separadas 6 metros a lo largo, y 5 metros a lo ancho, a una altura de 7 metros, sumando un total de 40. Se dispondrán la mitad en el espacio restante del almacén.

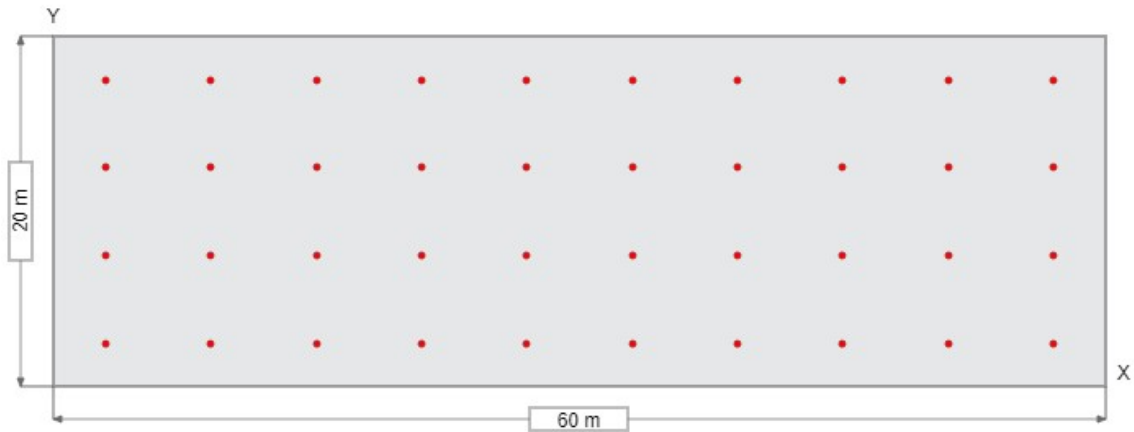


Ilustración 13. Disposición de iluminación

Para la zona de oficinas, se disponen 4 ventanas de aluminio de 1,50 x 1,20 metros, dos para el despacho esquinado, y una para el despacho central y sala de reuniones, a una altura de 1 metro medida desde el suelo de la oficina. Además, tanto el baño como el almacén de archivos contarán con una ventana cada uno de aluminio de medidas 60 x 120 cm.

1.6.4 Acabados

Para la zona de oficinas, se coloca suelo técnico de la empresa Knauf, Tecnosol 25, de 25 mm de espesor y 1200 x 600 mm por placa, con revestimiento de madera por encima de este. De esta forma, las instalaciones eléctricas necesarias quedarán ocultas y con fácil acceso en caso de mantenimiento o reparación.

Tanto para la zona de vestuarios, como para la zona de oficinas, se instala falso techo. Para oficinas, éste se coloca sujeto a los perfiles de cumbrera, quedando suspendido por debajo, y a una altura de 3,5 metros con respecto al suelo.

Por otro lado, en el caso de los vestuarios, el falso techo se coloca unido mediante tacos y perfiles al forjado, a una altura de 3 metros con respecto al suelo.

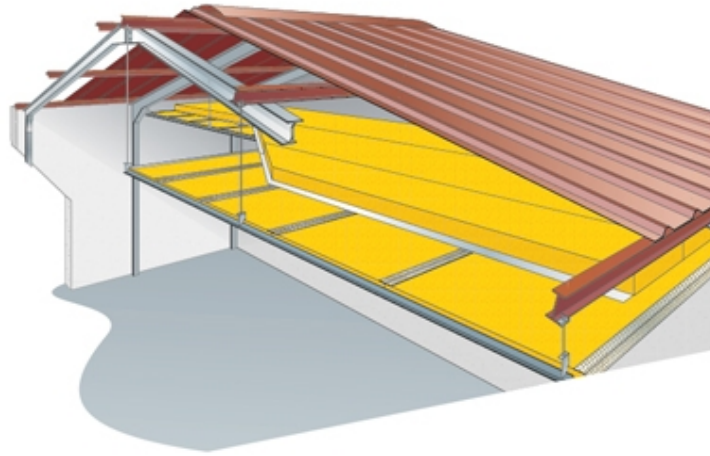


Ilustración 14. Esquema falso techo oficinas

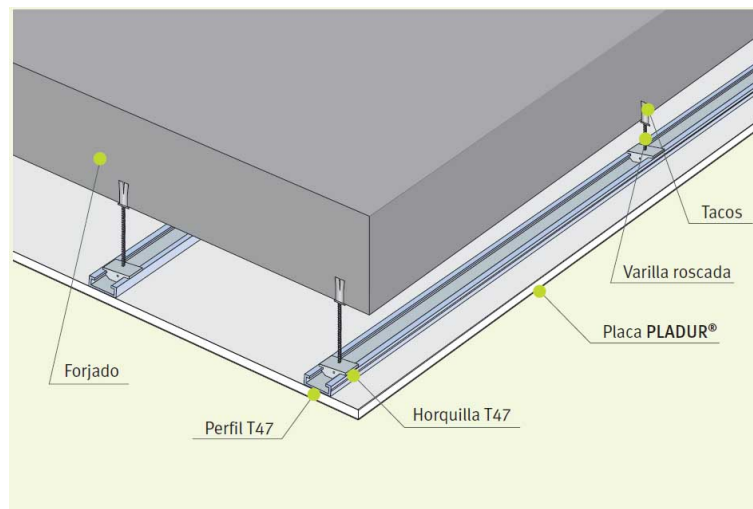


Ilustración 15. Esquema falso techo vestuarios

1.6.5 Accesos

- Peatonal

La nave cuenta con 5 accesos diferentes, 4 de ellos en los laterales de la nave, y el restante en la fachada de oficinas. Este último da acceso al pasillo que conecta los vestuarios con la zona de almacén y producción. Se trata de una puerta cortafuegos de una hoja de 2200 mm de altura y 1000 mm de anchura con ojo de buey circular, y con barra antipánico.

En un lateral, en la zona de soldeo dentro de la zona de producción se encuentra otro acceso con una puerta de las mismas características, con una función más preventiva, pensada como salida de emergencia más que como acceso rutinario.

También en el lateral, se encuentra una puerta de doble hoja de 1800 mm de anchura y 2500 mm de altura. Da acceso a la recepción de la nave, por donde se accede a través de las escaleras a la planta donde se encuentran las oficinas.

Los últimos 2 accesos se encuentran integrados con los accesos a vehículos.

- Vehículos

Para el acceso a vehículos, se colocan 2 puertas de guillotina vertical de 4000 mm de anchura y 4500 mm de altura. Como antes se ha mencionado, disponen cada una de 1 puerta de acceso peatonal de 2000 mm de altura y 1000 mm de anchura. Con ello, se da entrada a los camiones para recoger y descargar material dentro de los almacenes, así como un acceso peatonal para operarios, y su vez la posibilidad de uso como salida de emergencia en caso de ser necesario.

- Recorridos y salidas de emergencia

La longitud de todos los recorridos de evacuación desde cualquier punto de la nave hasta la salida más próxima no excede los 50 metros según el CTE - DB - SI. Además, la longitud cualquier recorrido de evacuación en la zona de oficinas es inferior a 25 m hasta la puerta cortafuegos de la escalera que da acceso a la planta.

| | |
|---|--|
| Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente ⁽³⁾ | La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación: |
| | - 35 m en zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria. |
| | - 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. |

Ilustración 16. CTE DB SI 3. Evacuación de Ocupantes

1.6.6 Aforo

Los aforos máximos delimitados por el CTE - DB - SI - 3. Cálculo de la ocupación son:

- Oficina: aforo máximo de 40 personas
- Vestuarios: aforo máximo de 28 personas por vestuario
- Zona producción: aforo superior a 100 personas

1.7 Información urbanística

La parcela cuenta con 8708,7 m², y habiendo sido declarada como suelo industrial, según el Plan General de Ordenación Urbanística (PGOU) de Zaragoza se establece que los requisitos mínimos exigidos que se deben cumplir son:

- Coeficiente de Edificabilidad: de 0,75 a 0,97.
- Retranqueo frontal: 10 metros
- Retranqueo posterior: 5 metros
- Retranqueo lateral: 3 metros.
- Altura máxima edificable: 10,5 metros.

1.8 Planificación tiempo de obra

A continuación se exponen los tiempos de ejecución aproximados para la construcción de la nave industrial:

- Movimiento de tierras: el desbroce y limpieza de la superficie se efectuará en 10 días.
- Excavaciones: las excavaciones de pozos y zanjas se realizarán en 10 días.
- Instalación eléctrica y saneamiento: el paso de acometidas de suministro eléctrico y abastecimiento de agua y tuberías se realizará en 10 días.
- Cimentación: el vertido del hormigón para las zapatas y su posterior secado se realizará en 30 días.
- Estructura: la colocación de los pilares y la estructura metálica se efectuará en 30 días.
- Cerramientos: los cerramientos con muros prefabricados se colocarán en 10 días.
- Cubiertas y bajantes: la colocación de cubiertas y bajantes se efectuará en 15 días.
- Solado: el solado del hormigón del suelo de la nave se realizará en 15 días.
- Albañilería:
 - La colocación de tabiques de pladur y falsos techos se realizará en 5 días.
 - El pintado de las paredes se efectuará en 1 día.
 - El alicatado de baños y vestuarios se efectuará en 3 días.
 - El solado con gres de baños, vestuarios y oficina se realizará en 3 días.
- Instalación eléctrica: la instalación de enchufes, regletas, derivaciones y otros elementos se realizará en 5 días.
- Fontanería: la instalación de los baños y vestuarios se realizará en 2 días.
- Carpintería y cerrajería:
 - Colocación de puertas y ventanas se efectuará en 4 días.
 - Colocación del mobiliario de oficina, aseos y vestuario se efectuará en 5 días.
- Instalación contra incendios: la instalación de los elementos de protección contra incendios como alarmas, extintores y señalización se efectuará en 2 días.

Por lo tanto el tiempo total aproximado de ejecución de obra será de 158 días.

En el siguiente diagrama de Gantt se puede ver la distribución de tareas

| Mes | 1 | | | | 2 | | | | 3 | | | | 4 | | | | 5 | | | | 6 | | | | 7 | | | |
|------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Semana | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| Movimiento de tierras | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Cimentación | | | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Solera | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pilares | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Vigas | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Correas | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | |
| Cerramientos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | |
| Red de aguas | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Iluminación | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mobiliario | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Instalación maquinaria | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Control de calidad | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| Gestión de residuos | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |

1.9 Condiciones de Seguridad y Salud

En el Estudio de Seguridad y Salud de dicho Proyecto se recogen las medidas de seguridad y salud tanto en el trabajo como en el proceso de construcción de la nave, así como durante la propia actividad industrial a realizar.

1.10 Cálculo justificativo

Para el cálculo y dimensionado de la estructura tratada en este proyecto se ha partido de un diseño inicial el cual cumplía con las necesidades básicas de acuerdo a la actividad industrial a desarrollar. A partir de él, se han aplicado las acciones y sobrecargas que actuarán sobre la estructura en función del lugar geográfico donde se va a construir, así como el propio uso que se le va a dar. Una vez conocidos los valores, con la ayuda de Cype 3D se han dimensionado los perfiles óptimos.

Una vez se han obtenido dichos perfiles, se han comprobado según la normativa que dicta el Código Técnico de la Edificación dentro de sus documentos básicos de Seguridad Estructural (DB-SE), Acciones en la Edificación (DB-SE-AE) y Acero (DB-SE-A). Estos cálculos pueden encontrarse en el Anexo IV – Cálculos Justificativos. Además, para el cálculo de cimentación, se ha recurrido a la norma EHE-08.

1.11 Resumen del presupuesto

| | |
|--|------------|
| Capítulo 1 IMPLANTACIÓN EN OBRA | 21.235,79 |
| Capítulo 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS | 8.475,00 |
| Capítulo 3 CIMENTACIONES | 36.670,13 |
| Capítulo 4 ESTRUCTURA | 80.135,85 |
| Capítulo 5 ALBAÑILERÍA | 138.215,65 |
| Capítulo 5.1 TABIQUERÍA | 36.925,42 |
| Capítulo 5.1.1 TABIQUERÍA DE FÁBRICA | 22.471,68 |
| Capítulo 5.1.2 TABIQUERÍA DE CARTÓN YESO | 14.453,74 |
| Capítulo 5.2 AISLAMIENTOS | 8.316,00 |
| Capítulo 5.3 CARPINTERÍA METÁLICA | 3.269,77 |
| Capítulo 5.3.1 PUERTAS GALVANIZADAS DE PASO EN FACHADA | 1.300,00 |
| Capítulo 5.3.2 CARPINTERÍA METÁLICA INTERIOR | 1.688,40 |
| Capítulo 5.3.3 CIERRAPUERTAS | 281,37 |
| Capítulo 5.4 CARPINTERÍA DE MADERA Y FENÓLICA | 7.906,76 |
| Capítulo 5.5 FALSOS TECHOS | 12.303,10 |
| Capítulo 5.6 ACABADOS | 3.032,96 |
| Capítulo 5.7 PAVIMENTOS | 14.864,37 |
| Capítulo 5.8 FONTANERÍA Y ACS | 13.720,67 |
| Capítulo 5.8.1 Tuberías de agua fría y caliente | 8.672,26 |
| Capítulo 5.8.2 Generación ACS | 4.283,27 |
| Capítulo 5.8.3 Otros | 765,14 |
| Capítulo 5.9 SANITARIOS | 9.409,89 |
| Capítulo 5.10 ACCESORIOS ASEOS | 3.192,13 |
| Capítulo 5.11 PINTURAS | 21.774,58 |
| Capítulo 5.12 CARPINTERÍA ALUMINIO | 3.500,00 |
| Capítulo 6 CUBIERTA | 55.072,72 |
| Capítulo 7 CONTRA INCENDIOS | 12.967,71 |
| Capítulo 7.1 Extintores | 3.978,60 |

| | |
|--|------------|
| Capítulo 7.2 Carteles | 760,02 |
| Capítulo 7.3 Detección y Alarma | 2.335,27 |
| Capítulo 7.4 Luminarias de Emergencias | 4.961,00 |
| Capítulo 7.5 Hidrante | 932,82 |
| Capítulo 8 SANEAMIENTO | 3.545,23 |
| Capítulo 8.1 RED DE SANEAMIENTO URBANIZACIÓN | 2.917,03 |
| Capítulo 8.2 RED SANEAMIENTO INTERIOR | 628,20 |
| Capítulo 9 CONTROL DE CALIDAD | 10.114,64 |
| Capítulo 9.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS | 350,00 |
| Capítulo 9.2 CIMENTACION Y ESTRUCTURA | 7.646,59 |
| Capítulo 9.3 ALBAÑILERIA | 401,23 |
| Capítulo 9.4 SOLADOS Y ALICATADOS | 346,95 |
| Capítulo 9.5 SANEAMIENTO | 315,62 |
| Capítulo 9.6 FONTANERIA | 298,50 |
| Capítulo 9.7 ELECTRICIDAD | 490,30 |
| Capítulo 9.8 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | 265,45 |
| Capítulo 10 SEGURIDAD Y SALUD | 2.954,00 |
| Capítulo 11 VARIOS | 58.756,00 |
| Presupuesto de ejecución material | 428.142,72 |
| 13% de gastos generales | 55.658,55 |
| 6% de beneficio industrial | 25.688,56 |
| Suma | 509.489,83 |
| 21% IVA | 106.992,86 |
| Presupuesto de ejecución por contrata | 616.482,69 |

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de SEISCIENTOS DIECISEIS MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

Zaragoza 23/09/2020

1.12 BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Información de parcelas en polígonos: www.iaf.es/poligonos/
- Información de maquinaria: <https://jmuntal.com/es>
- Normativas : www.boe.es , <https://www.codigotecnico.org/> , www.aenor.es
- Falso techo: www.calitxofernandez.com , www.isover.es
- Iluminación: www.ledance.es
- Suelo técnico: www.knauf.es
- Puente Grúa: www.abusgruas.es
- Puertas: www.puertasroper.com
- Cerramientos y lucernarios: www.hiansa.com
- Apuntes de la asignatura “Oficina Técnica” del grado de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza. Bernardino Callejero, Pedro Ibañez y José Luis Santolaya
- Apuntes de la asignatura “Edificación Industrial” del grado de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza. José María Pérez Bella
- Apuntes de la asignatura “Estructuras Metálicas” del grado de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza. Víctor Tabuenca Cintora
- Apuntes de la asignatura “Estructuras de Hormigón” del grado de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Zaragoza. Luis Gracia y Luis Forcano
- EHE-08 Instrucción de Hormigón Estructural
- Trabajo de asignatura Oficina de Proyectos 2018-2019. Alfredo García Armingol, Fco. Javier Lansaue Gonzales y Adrián Laplaza Masnou
- Programa informático Cype
- Programa informático Presto
- Programa informático Advance Steel
- Programa informático AutoCad

En Zaragoza a 23 de Septiembre de 2020

Firmado

Adrián Laplaza Masnou



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto técnico de construcción de una nave metálica
para montaje de ascensores

Anexos

Autor

Adrián Laplaza Masnou

Director

Víctor Tabuenca Cintora

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2020



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura**
Universidad Zaragoza

Anexo I

PROCESO DE FABRICACIÓN DE CABINAS DE ASCENSOR.

EQUIPAMIENTO PARA LA ACTIVIDAD. MAQUINARIA Y

BIENES DE EQUIPO

Índice

| | | |
|----|--------------------------------------|---|
| 1. | Definición del producto | 1 |
| 2. | Descripción del proceso..... | 1 |
| 3. | Equipamiento para la actividad | 4 |

1. Definición del producto

La instalación industrial se va a centrar en la fabricación de las diferentes partes que constituyen la cabina y el chasis del ascensor, además de las puertas de cabina y de rellano.

La cabina o camarín es el habitáculo cerrado preparado para alojar y transportar a los pasajeros. Sus dimensiones en altura y superficie están reguladas en las normas **UNE-EN 81-20** y **UNE-EN 81-50**(bajo la **Directiva 95/16/CE** de Ascensores y la **Directiva 2014/33/UE** de Ascensores y componentes de seguridad para ascensores) en función de su carga nominal o número de pasajeros de diseño. Está soportada por el chasis o bastidor, que le da rigidez y sirve de conexión de los cables de suspensión, el juego de paracaídas y los sistemas de guiado.

Los materiales empleados en la fabricación de la cabina deben ser de baja inflamabilidad, preferentemente incombustibles, y no deben producir gases ni humos tóxicos. Se permite el uso de cristal siempre que sea de tipo laminado y conforme a las normas anteriormente mencionadas. Deben preverse tanto la iluminación como la ventilación adecuadas, en nuestro caso la iluminación será de tipo LED para un mayor ahorro económico y energético.

El techo de la cabina está concebido como superficie de trabajo para el personal de mantenimiento y debe dotarse de medios adecuados para desarrollar los trabajos de forma segura, esto es:

- Debe disponer de suficiente espacio libre y liso.
- Debe poseer rigidez y resistencia mecánica adecuadas.
- Debe tener barandilla quitamiedos, en función del tamaño de cabina respecto al hueco.
- Debe incluir todos los mandos eléctricos necesarios para desplazar la cabina por el hueco a velocidad controlada.

La reglamentación actual hace obligatoria la existencia de puertas de cabina.

Puertas de cabina: constituyen el medio de acceso a la cabina y están ligadas mecánicamente a ella. En la mayoría de los casos son de funcionamiento automático gobernado por la maniobra del ascensor. La hoja u hoja de la puerta desliza horizontalmente accionadas por un motor y guiadas en sus extremos superior e inferior. Deben poseer resistencia mecánica adecuada y mínimas holguras de funcionamiento.

Puertas de rellano: son los accesos a la cabina desde los rellanos estando complementemente ligadas al cerramiento del hueco generalmente de obra. Sus características mecánicas son idénticas a las de cabina. Incorporan un dispositivo electromagnético de seguridad que imposibilita su apertura en situaciones potencialmente peligrosas. El funcionamiento de las puertas de rellano está subordinado al de las puertas de cabina.

2. Descripción del proceso

El proceso comienza cuando el cliente solicita el ascensor deseado eligiendo los materiales, la decoración y dando las medidas del hueco donde será ubicado, así como del número de personas o carga que desee. A partir de estos datos se genera un plano que se le

envía al cliente para que dé su visto bueno, si está todo correcto se generan una serie de planos enviados a la zona de fabricación y una lista de materiales generada automáticamente.

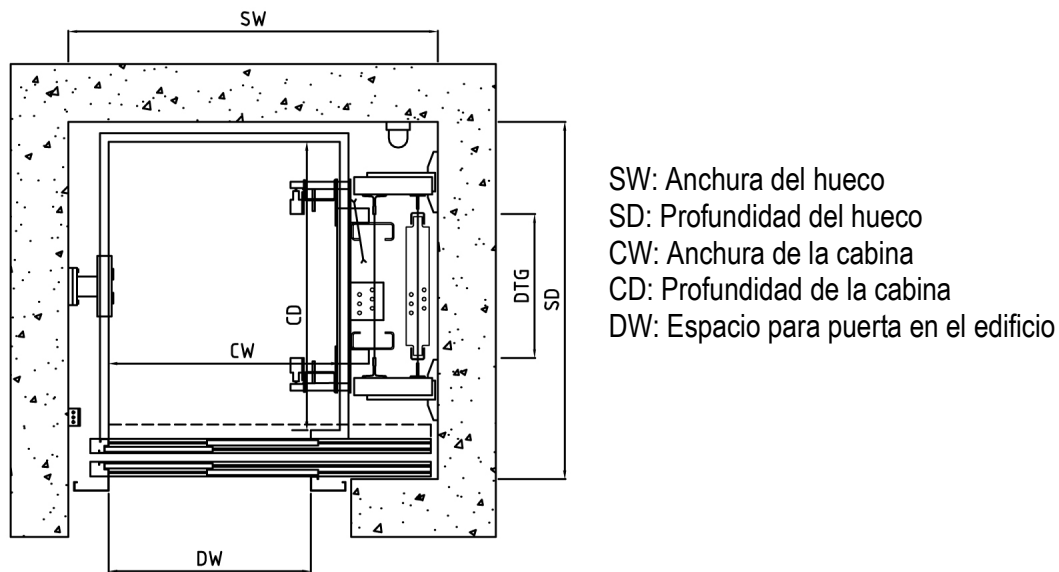


Imagen 1. Primer diseño a partir de las dimensiones del hueco.

Cuando estos materiales son recibidos se colocan sobre un área de clasificación y expedición y una vez diferenciados son colocados cada uno en su lugar correspondientemente asignado. Los materiales de entrada suelen ser chapas galvanizadas, chapas inoxidable, chapas del tipo *skinplate*, chapas de acero especial, chapas de acero decapadas, todas ellas de distintas medidas y espesores. También se almacenan diferentes tipos de perfiles laminados, principalmente en forma de C, y producto semielaborado como puede ser el caso de tornillería u otros elementos como las bobillas de iluminación LED empleadas.

Para su almacenamiento se utilizan estanterías convencionales y mediante picking el operario va recogiendo los materiales necesarios para la elaboración del producto transportándose mediante un apilador o carretilla convencional. Una vez recogido los componentes necesarios son llevados a cada zona de trabajo donde se requiera su uso.

Las chapas pasan por la zona de corte láser donde se le da la forma y la geometría adecuados para cada pieza, haciendo diferentes orificios, es digamos una impresora pero corta el dibujo de cada pieza específico sobre la chapa.

Dependiendo del grosor o el tamaño de la chapa pueden pasar antes por la zona de cizallado para dividir una plancha de chapa demasiado grande en otra de menor tamaño y que sean más manejables o que se requiera un tamaño menor para una determinada pieza. El punzonado puede ser debido a grosores elevados de una determinada chapa u orificios de gran tamaño que es mejor realizarlos con esta máquina que con el corte láser.

Después de este proceso pasan por la plegadora donde se pliegan y se les da la forma.

Por último pasamos a la zona de montaje donde se ensamblarían las diferentes piezas de la cabina. Aquí se montarían por separado el suelo, el falso techo y el techo que pueden tener los siguientes acabados según el gusto del cliente. Los suelos pueden ser de goma con círculos de color negro, de goma estructurada, de chapa estriada de aluminio o de chapa de acero al igual que los techos.

Para la fabricación de las puertas se llevaría el mismo proceso anteriormente explicado, empezando por el corte y plegado tanto de las hojas como de los marcos. Posteriormente se pasaría al proceso de soldadura donde se soldarían las hojas y los marcos, tanto el de cierre como el de apertura. Y por último pasaríamos a la zona de montaje donde se unirían todas las partes necesarias que conformarían las puertas y los sistemas para comunicarse con otros elementos de la estructura del ascensor, como por ejemplo las guías de deslizamiento horizontales o el sistema de apertura automático. El techo suele estar reforzado por unos tubos estructurales ya que deben soportar la carga de los operarios de mantenimiento.

Un técnico de calidad comprueba al principio del proceso que el material sea el correcto y al final del proceso que la lista de materiales coincida con el producto.

Una vez se han fabricado las diferentes partes de la cabina estas se empaquetan y paletizan para su almacenaje en estanterías de carga pesada para picking. El techo, el suelo y el chasis son guardados en diferentes cajas que se etiquetan con un código de referencia, así cuando el pedido está listo para ser mandado el operario leerá con una pistola éste código de barras y le indicará donde tiene que ir a recoger cada parte del ascensor para juntar los paquetes que componen la cabina.

Cuando ya se dispone de las distintas partes de la cabina juntas, son enviadas a su lugar de destino para que junto a otros elementos del ascensor no fabricados en la instalación como los contrapesos, los cables de tracción, los amortiguadores de foso y la parte electrónica y de cableado sean montados en el edificio o ubicación correspondiente.

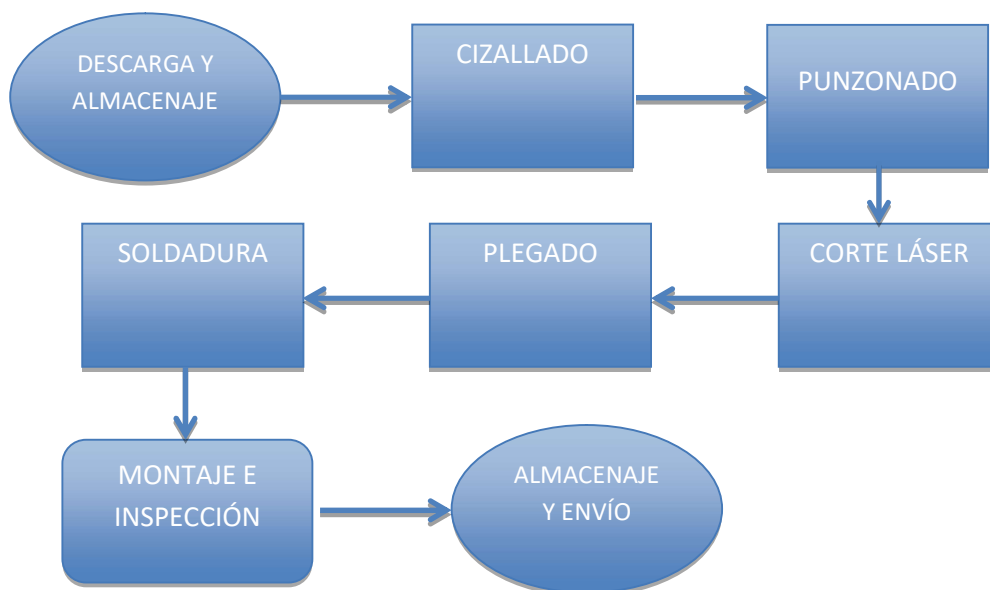


Imagen 2. Flujo resumido de las distintas operaciones realizadas.

3. Equipamiento para la actividad

Las fichas técnicas de las diferentes máquinas utilizadas en el proceso son las siguientes, de las cuales se han obtenido las medidas necesarias para el cálculo de las áreas de trabajo así como de la potencia eléctrica total requerida para la instalación industrial.

Cizalladora SchroderPowerShear Basic



Ilustración 1. Cizalladora

| | |
|---|-------------|
| Longitud de trabajo (mm) | 3040 |
| Grosor de chapa (400 N/mm²) | 6.0 mm |
| Grosor de chapa (700 N/mm²) | 4.0 mm |
| Ajuste del ángulo de corte | 1.8 |
| Ancho de la máquina (mm) | 3090 |
| Longitud de la máquina (mm) | 4000 |
| Altura de la máquina (mm) | 1850 |
| Peso (kg) | 5600 |
| Carrera (pro.min) | 24 |
| Potencia (kw) | 12 |

PunzonadoraEuromac STX12



Ilustración 2.Punzonadora

| | |
|------------------------------------|----------------|
| Ancho de la máquina (mm) | 3630 |
| Longitud de la máquina (mm) | 4840 |
| Fuerza Max.Punzonado | 300kN |
| Potencia instalada (kW) | 8.5 |
| Rango de espesor (mm) | 0.6-6.5 |
| Apertura de pinzas (mm) | 11 |
| Peso aproximado (kg) | 4800 |
| Consumo medio (kw/h) | 4.5 |

Corte Láserisl Photonics Optimus



Ilustración 3. Máquina corte laser

| | |
|-----------------------------------|------------------|
| Máxima medida de chapa(mm) | 1250x2500 |
| Máximo peso de chapa(kg) | 100 |
| Ancho de la máquina(mm) | 2500 |
| Longitud de la máquina(mm) | 3700 |
| Altura de la máquina(mm) | 1990 |
| Tipo Láser | YRL |
| Peso(kg) | 3000 |
| Consumo de energía(kW) | 8 |
| Espesor chapa(mm) | 6 |

Plegadora Euromac FX BEND 1547



Ilustración 4. Plegadora

| | |
|--------------------------------------|------------|
| Max. Potencia de plegado (kN) | 470 |
| Longitud de plegado (mm) | 2530 |
| Peso (kg) | 4400 |
| Longitud de la máquina (mm) | 3200 |
| Anchura de la máquina (mm) | 2000 |
| Potencia del motor (kW) | 5,2 |

Soldadora Mig-Mag TELWIN Telmig 203/2 Turbo



Ilustración 5. Soldadora

| | |
|------------------------------------|-----------------------------|
| Voltaje | 230-400V 3ph 50/60Hz |
| Max.potencia absorbida | 5.5kW |
| Campo de regulación | 25-200A |
| Corriente máx. | 160A-25% |
| Øhilo soldadura acero | 0,6-1 mm |
| Øhilo soldadura acero inox. | 0,8 mm |
| Dimensiones (l x an x al) | 800 x 450 x 655 mm |
| Peso neto | 44 kg |

Anexo II

INFORME SOBRE LA UBICACIÓN DE UNA INSTALACIÓN PARA LA
FABRICACIÓN DE CABINAS DE ASCENSOR

Índice

| | |
|--------------------------------|---|
| 1. Datos | 1 |
| 2. Conclusiones y resumen..... | 4 |

1. Datos

En un primer planteamiento se buscaron varias ubicaciones para la instalación industrial. Las ubicaciones más idóneas fueron los polígonos industriales de El Pradillo 3 (Pedrola), Empresarium (Zaragoza) y Las Navas (Zaragoza). Los datos más significativos de cada uno de los polígonos se adjuntan en la siguiente tabla:

| | El Pradillo 3 | Empresarium | Las Navas |
|--|----------------------|-----------------------|------------------|
| Precio (€/m ²) | 72 | 100 | 105 |
| Distancia Zaragoza (Km) | 36 | 6 | 7 |
| Carreteras | N-232 | N-232 | E-7 |
| Ferrocarril | No, a 2Km | Si | No |
| Red de incendios | Si | Si | Si |
| Red de saneamiento | Si | Si | Si |
| Depuradora | Si | Si | No |
| Pot. Eléctrica | 200KW | 60MW ampliable a 90MW | 250 KW |
| Voltaje de líneas | 15kV | 400 V/230 V | 220/380V |
| Edificabilidad (m ² /m ²) | 0,75 | 0,75 a 0,97 | 0,7 |
| Distancia MP Ascensores (Km) | 41,8 | 19,7 | 13,8 |

La distancia a la empresa MP Ascensores es un factor importante dado que los encargos que se realicen en la nave vendrán hechos desde dicha empresa, por tanto, se requiere cierta cercanía.

La localización de cada polígono es la siguiente:



Polígono El Pradillo 3



Polígono Empresarium



Polígono Las Navas

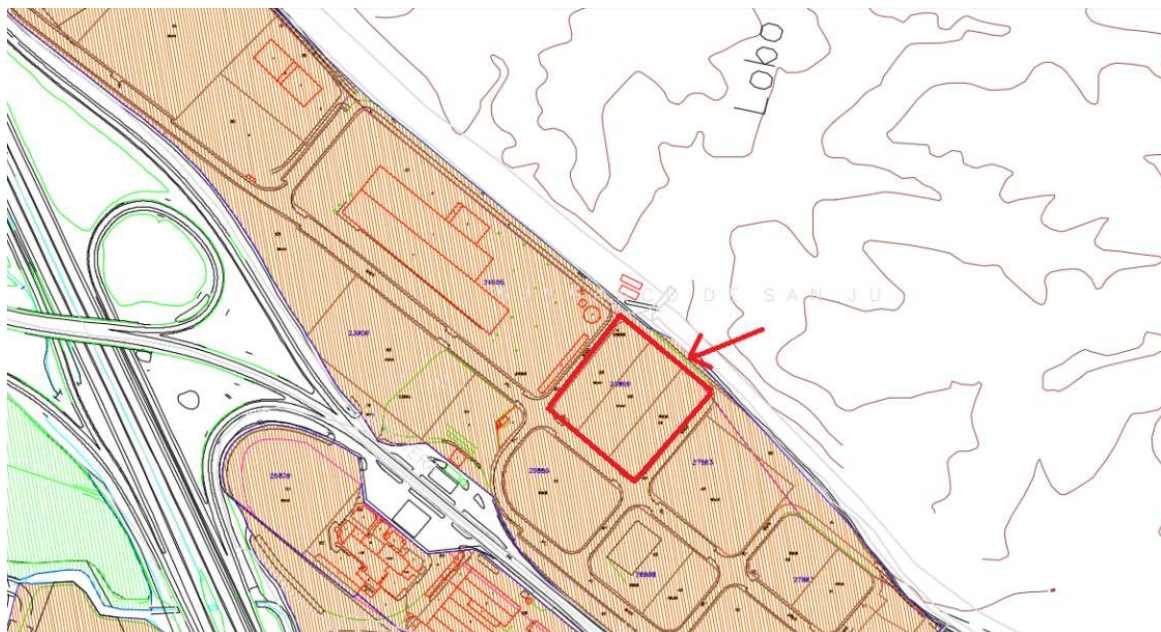
2. Conclusiones y resumen

A la hora de la elección del polígono se ha aplicado el modelo de factores ponderados dándole mayor relevancia a aquellas características que son consideradas más importantes para la instalación industrial cuyo estudio se puede observar en la siguiente tabla adjunta.

| Ponderación | Factores | El Pradillo 3 | Empresarium | Las Navas |
|-------------|----------------------------|---------------|-------------|-----------|
| 0,2 | Precio | 8 | 6 | 5,5 |
| 0,2 | Vías comunicación | 6 | 8 | 6 |
| 0,15 | Disponibilidad de parcelas | 8 | 6 | 8 |
| 0,25 | Distancia MP Ascensores | 3 | 6 | 8 |
| 0,05 | Red saneamiento | 8 | 8 | 6 |
| 0,15 | Red de incendios | 8 | 8 | 6 |
| 1 | | 6,35 | 6,8 | 6,7 |

Por tanto, la opción más viable según los criterios establecidos es el polígono industrial **Empresarium (Zaragoza)**, debido a que ofrece una mayor cercanía a MP Ascensores, aunque el precio del terreno sea algo superior a otras posibles ubicaciones. Además la cercanía con la autopista A-2 es un factor importante a la hora de la comunicación.

Realizando un cálculo aproximado de la superficie necesaria se escoge dentro del polígono El Saco una parcela que se adapta a los requisitos, en este caso la parcela número 8 la cual ofrece una superficie edificable de hasta 6096,1 m² y una superficie total de parcela de 8708,7 m², cuya ubicación dentro del mismo se puede observar en la siguiente figura.



Ubicación parcela en Polígono El Saco.

Anexo III

JUSTIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DEL REGLAMENTO DE
SEGURIDAD CONTRA INCENDIOS EN LOS ESTABLECIMIENTOS
INDUSTRIALES

Índice

| | | |
|------------|---|----------|
| 1.1 | Objeto | 1 |
| 1.2 | Normativa aplicable | 1 |
| 1.3 | Descripción de las instalaciones | 1 |
| 1.3.1 | Taller | 1 |
| 1.3.2 | Almacenes | 2 |
| 1.3.2.1 | Oficinas | 2 |
| 1.4 | Caracterización del establecimiento industrial | 2 |
| 1.5 | Anexo II (Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco)..... | 4 |
| 1.6 | Anexo III (Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales)..... | 8 |

1.1 Objeto

Este anexo tiene por objeto establecer y definir los requisitos que debe satisfacer y las condiciones que debe cumplir la instalación industrial definida en el proyecto: Proyecto técnico de construcción de una nave metálica para montaje de ascensores, para su seguridad en caso de incendio, para prevenir su aparición y para dar la respuesta adecuada, en caso de producirse, limitar su propagación y posibilitar su extinción, con el fin de anular o reducir los daños o pérdidas que el incendio pueda producir a personas o bienes.

1.2 Normativa aplicable

Todos los requisitos y condiciones aplicados en dicho anexo siguen las directrices establecidas en las siguientes normativas:

- RD 2267/2004. Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales
- RD 393/2007. Norma básica de Autoprotección
- RD 1942/1993. Reglamento de las instalaciones de protección contra incendios
- Código Técnico de la Edificación, aprobada por RD 314/2006
- RD 485/1997. Disposiciones mínimas de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- RD 486/1997. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en lugares de trabajo
- NBE-CPI/96, aprobada por RD 2177/1996
- Legislación de la Comunidad Autónoma pertinente

1.3 Descripción de las instalaciones

Toda la actividad industrial se lleva a cabo dentro de la nave definida en el proyecto, y está dividida en tres zonas diferenciadas:

1.3.1 Taller

Zona donde se realiza la transformación y montaje del producto. Para el estudio del anexo, puede diferenciarse entre:

- Zona de producción
- Zona de soldadura
- Zona de montaje

1.3.2 Almacenes

Lugar donde se albergan los productos tanto de materia prima como de producto ya finalizado. Para el estudio, se diferencian en:

- Almacén de materia prima
- Almacén de producto acabado

1.3.2.1 Oficinas

Entreplanta donde se encuentra la zona de oficinas.

1.4 Caracterización del establecimiento industrial

El Real Decreto 2267/2004 establece dos tipos de caracterizaciones para establecimientos industriales en función de:

- Su configuración y ubicación con relación a su entorno
- Su nivel de riesgo intrínseco

Según la configuración y ubicación, se establecen 5 tipos diferentes, de los cuales, es el tercero, Tipo C, con el cual se describe la situación del establecimiento industrial descrito en esta memoria.

TIPO C: El establecimiento industrial ocupa totalmente un edificio, o varios, en su caso, que está a una distancia mayor de tres metros del edificio más próximo de otros establecimientos. Dicha distancia deberá estar libre de mercancías combustibles o elementos intermedios susceptibles de propagar el incendio.

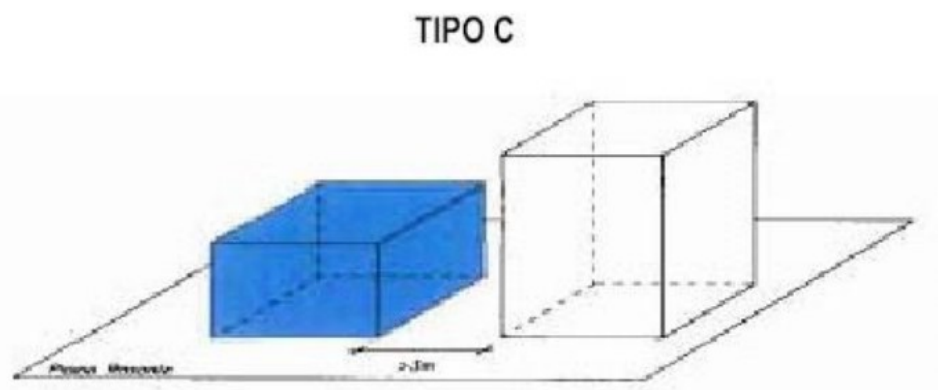


Ilustración 1. Descripción según RD 2267/2004

Para caracterizar el nivel de riesgo intrínseco se debe evaluar por separado cada sector en los que se divide el complejo, calculando la expresión que determina la densidad de carga de fuego para el establecimiento entero.

a) Para actividades de producción, transformación, reparación o cualquier otra distinta al almacenamiento:

$$Q_s = \frac{\sum_i q_{si} S_i C_i}{A} R_a \text{ (MJ / m}^2\text{) o (Mcal / m}^2\text{)}$$

Ilustración 2. Expresión de carga de fuego

Siendo,

C_i = coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad (por la combustibilidad) de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.

R_a =coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.

A = superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio, en m^2 .

q_{si} =densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente según los distintos procesos que se realizan en el sector de incendio (i), en MJ/m^2 o $Mcal/m^2$.

S_i = superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego, q_{si} diferente, en m^2 .

Para la obtención de la densidad de carga de fuego (q_{si}), se ha utilizado la Tabla 1.2 incluida en el Real Decreto. De esta forma, se obtiene:

| Actividad | Superficie total (m^2) | Producción | |
|----------------------------------|-------------------------------|---------------|-------|
| | | $Q_s(MJ/m^2)$ | R_a |
| Zona de Producción | 360 | 200 | 1 |
| Zona de soldadura | 160 | 80 | 1 |
| Zona almacén producto acabado | 150 | 1200 | 2 |
| Zona almacén materia prima | 150 | 1200 | 2 |
| Zona montaje | 340 | 200 | 1 |
| Zona oficinas | 380 | 800 | 1 |

Con un coeficiente C_i de valor 1, ya que se trata de sólidos cuya ignición comienza por encima de los 200°C, se obtiene un valor de $Q_c = 764,1 \text{ MJ/m}^2$. Según la tabla 1.3:

| Nivel de riesgo intrínseco | Densidad de carga de fuego ponderada y corregida | |
|----------------------------|--|-------------------------|
| | Mcal/m ² | MJ/m ² |
| BAJO | $Q_s \leq 100$ | $Q_s \leq 425$ |
| | $100 < Q_s \leq 200$ | $425 < Q_s \leq 850$ |
| MEDIO | $200 < Q_s \leq 300$ | $850 < Q_s \leq 1275$ |
| | $300 < Q_s \leq 400$ | $1275 < Q_s \leq 1700$ |
| | $400 < Q_s \leq 800$ | $1700 < Q_s \leq 3400$ |
| ALTO | $800 < Q_s \leq 1600$ | $3400 < Q_s \leq 6800$ |
| | $1600 < Q_s \leq 3200$ | $6800 < Q_s \leq 13600$ |
| | $3200 < Q_s$ | $13600 < Q_s$ |

Ilustración 3. Tabla nivel de riesgo intrínseco

Dado que el valor obtenido está comprendido entre 425 y 850 MJ/m², el nivel de riesgo intrínseco es Bajo, nivel 2.

1.5 Anexo II (Requisitos constructivos de los establecimientos industriales según su configuración, ubicación y nivel de riesgo intrínseco).

El Anexo II describe las condiciones a cumplir por los diferentes elementos constructivos del establecimiento industrial.

Los huecos de fachada deben cumplir:

- Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m.
- Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser al menos 0,80 m y 1,20 m, respectivamente. La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada.

Tanto las puertas de acceso como las ventanas de oficinas y vestuarios tienen unas medidas superiores a las mínimas establecidas, y estas últimas se encuentran a 1 metro sobre el nivel del suelo.

c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de nueve m.

Todas las fachadas están libres de cualquier elemento que pueda dificultar el acceso al interior.

a) Los edificios con una altura de evacuación descendente mayor que nueve m deben disponer de un espacio de maniobra apto para el paso de vehículos, que cumpla las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas accesibles:

La única zona por encima de la cota de suelo son las oficinas, las cuales están situadas a una altura de 3,6 metros, por lo tanto, esta disposición no afecta. Tampoco lo hace las condiciones relacionadas con la proximidad de edificios, dado que dentro de la parcela, únicamente se construye un edificio, en este caso, la nave.

No se permitirán sectores de incendio con actividad industrial en:

g) De cualquier riesgo, en segunda planta bajo rasante en configuraciones de tipo A, de tipo B y de tipo C, según el anexo I.

Sin embargo, la actividad realizada en segunda planta no es de carácter industrial, al tratarse de oficinas.

| Riesgo intrínseco del sector de incendio | Configuración del establecimiento | | |
|--|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| | TIPO A (m ²) | TIPO B (m ²) | TIPO C (m ²) |
| BAJO 1 2 | (1)-(2)-(3) 2000 1000 | (2) (3) (5) 6000 4000 | (3) (4) SIN LÍMITE 6000 |
| MEDIO 3 4 5 | (2)-(3) 500 400 300 | (2) (3) 3500 3000 2500 | (3) (4) 5000 4000 3500 |
| ALTO 6 7 8 | NO ADMITIDO | (3) 2000 1500 NO ADMITIDO | (3)(4) 3000 2500 2000 |

Ilustración 4. Tabla de superficies máximas

Para las características del complejo industrial, un nivel 2 Bajo, y tipo C, se establece un máximo de 6000 m² de superficie construida. Dado que la superficie total es de 1540 m², no es necesaria la sectorización de la nave.

| NIVEL DE RIESGO INTRÍNSECO | TIPO A | | TIPO B | | TIPO C | |
|----------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|----------------------|--------------------|----------------------|
| | Planta sótano | Planta sobre rasante | Planta sótano | Planta sobre rasante | Planta sótano | Planta sobre rasante |
| BAJO | R 120 (EF – 120) | R 90 (EF – 90) | R 90 (EF – 90) | R 60 (EF – 60) | R 60 (EF – 60) | R 30 (EF – 30) |
| MEDIO | NO ADMITIDO | R 120 (EF – 120) | R 120 (EF – 120) | R 90 (EF – 90) | R 90 (EF – 90) | R 60 (EF – 60) |
| ALTO | NO ADMITIDO | NO ADMITIDO | R 180 (EF -180) | R 120 (EF -120) | R 120 (EF -120) | R 90 (EF – 90) |

Ilustración 5. Resistencia al fuego mínima

En relación a la resistencia al fuego de los elementos estructurales portantes, se recubrirá con pintura intumescente los elementos estructurales de acero (como son vigas, pilares o jácenas) que garanticen una resistencia mínima de R30.

Los elementos como los muros de fábrica o la solera son de bloque de hormigón u hormigón, considerados de clase M0, material no combustible, por la norma UNE 23727:1990. Los cerramientos de nave, así como los falsos techos tienen la resistencia a fuego necesaria garantizada por los fabricantes.

| Nivel de riesgo intrínseco | Edificio de una sola planta | | |
|----------------------------|-----------------------------|--------------|--------------|
| | Tipo A | Tipo B | Tipo C |
| Riesgo bajo | R 60 (EF-60) | NO SE EXIGE | NO SE EXIGE |
| Riesgo medio | R 90 (EF-90) | R 15 (EF-15) | NO SE EXIGE |
| Riesgo alto | NO ADMITIDO | R 30 (EF-30) | R 15 (EF-15) |

Ilustración 6. Criterios para cubierta

Dada la condición de Riesgo bajo, no será necesario cumplir ninguna disposición para cubierta.

Relativo a la evacuación del establecimiento industrial, se parte de un número de personas a tener que evacuar de 25. Según el punto 6:

6. Evacuación de los establecimientos industriales.

6.1 Para la aplicación de las exigencias relativas a la evacuación de los establecimientos industriales, se determinará su ocupación, P , deducida de las siguientes expresiones:

$$P = 1,10 p, \text{ cuando } p < 100.$$

Obteniendo así una $P = 28$.

La instalación cuenta con 4 salidas para la zona de producción, y una salida para la zona de oficinas.

| Longitud del recorrido de evacuación según el número de salidas | | |
|---|-----------------------------|------------------------|
| Riesgo | 1 salida recorrido único | 2 salidas alternativas |
| Bajo(*) | 35m(**) | 50 m |
| Medio | 25 m(***) | 50 m |
| Alto | ----- | 25 m |

Ilustración 7. Longitudes máximas de evacuación

Al disponer de más de 2 salidas alternativas, todos los recorridos de evacuación están por debajo de los 50 metros de recorrido total, y, para la zona de oficinas, se asegura un recorrido máximo de 35 metros, sin embargo, al tener una ocupación máxima de 25 personas, esta distancia puede aumentarse hasta los 50 metros.

Las escaleras que se prevean para evacuación descendente serán protegidas, conforme al apartado 10.1 de la NBE/CPI/96, cuando se utilicen para la evacuación de establecimientos industriales que, en función de su nivel de riesgo intrínseco, superen la altura de evacuación siguiente:

| | |
|---------------|-------|
| Riesgo alto: | 10 m. |
| Riesgo medio: | 15 m. |
| Riesgo bajo: | 20 m. |

La escalera de evacuación para las oficinas salva una altura inferior a los 20 metros, por tanto, no deberá tener protección.

Las puertas y pasillos de todo el recinto superan las medidas mínimas establecidas de acuerdo con el número de personas a evacuar máximo, además, las puertas de salida son antiincendios, por tanto, cumplen con la anchura mínima de hoja dispuesta.

No se requiere sistema de ventilación de humos por tener un riesgo intrínseco bajo.

| Nivel de riesgo intrínseco | Sistema de almacenaje autoportante operado manual ó automáticamente | | | | | |
|----------------------------|---|-------------|--------------------------------|-------------|--------------------------------|-------------|
| | Tipo A | | Tipo B | | Tipo C | |
| | Rociadores automáticos de agua | | Rociadores automáticos de agua | | Rociadores automáticos de agua | |
| | NO | SÍ | NO | SÍ | NO | SÍ |
| Riesgo bajo | R15(EF-15) | No se exige | No se exige | No se exige | No se exige | No se exige |
| Riesgo medio | R30(EF-30) | R15(EF-15) | R15(EF-15) | No se exige | No se exige | No se exige |
| Riesgo alto | | | R30(EF-30) | R15(EF-15) | R15(EF-15) | No se exige |

Ilustración 8. Exigencias para almacenamiento

La estructura principal del sistema de almacenaje no necesitará ningún valor mínimo.

1.6 Anexo III (Requisitos de las instalaciones de protección contra incendios de los establecimientos industriales).

No es necesario el montaje de sistemas automáticos de detección de incendios debido a que se trata de una superficie inferior a los 3000 m², y la zona de almacén es inferior a los 1500 m².

4.º Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3.000 m² o superior.

4.º Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1.500 m² o superior.

a) Actividades de producción, montaje, transformación, reparación u otras distintas al almacenamiento, si:

1º Su superficie total construida es de 1.000 m² o superior, o

2º No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, según el apartado 3.1 de este anexo.

b) Actividades de almacenamiento, si:

1º Su superficie total construida es de 800 m² o superior, o

2º No se requiere la instalación de sistemas automáticos de detección de incendios, según el apartado 3.1 de este anexo.

4.2 Cuando sea requerida la instalación de un sistema manual de alarma de incendio, se situará, en todo caso, un pulsador junto a cada salida de evacuación del sector de incendio, y la distancia máxima a recorrer desde cualquier punto hasta alcanzar un pulsador no debe superar los 25 m.

La instalación no está obligada a instalar sistemas de detección automáticos y posee una superficie de 1540 m², por lo tanto, se dispondrá un sistema de detección manual, como son los pulsadores, junto a cada salida de evacuación, así como en las zonas donde haya una distancia superior a 25 metros hasta cualquier pulsador.

5.1 Se instalarán sistemas de comunicación de alarma en todos los sectores de incendio de los establecimientos industriales, si la suma de la superficie construida de todos los sectores de incendio del establecimiento industrial es de 10.000 m² o superior.

No serán necesarios sistemas de comunicación de alarma.

| Configuración de la zona de incendio | Superficie del sector o área de incendio (m ²) | Riesgo Intrínseco | | |
|--------------------------------------|--|-------------------|----------------|----------------|
| | | Bajo | Medio | Alto |
| A | ≥300 ≥1000 | NO SÍ* | SÍ SÍ | |
| B | ≥1000 ≥2500 ≥3500 | NO NO SÍ | NO SÍ SÍ | SÍ SÍ SÍ |
| C | ≥2000 ≥3500 | NO NO | NO SÍ | SÍ SÍ |
| D o E | ≥5000 ≥15000 | SÍ | SÍ SÍ | SÍ SÍ |

Ilustración 9. Hidrantes exteriores

No serán necesarios sistemas hidrantes exteriores a la nave.

Para todo recinto industrial, se dispondrá de extintores en el interior del mismo. Para la nave de dicha memoria, se dispondrá un número mínimo de 6 extintores a lo largo de ella, con una eficacia mínima 21A. Además, se asegurará acceso a ellos a una distancia no mayor de 15 metros desde cualquier punto.

| GRADO DE RIESGO INTRÍNSECO DEL SECTOR DE INCENDIO | EFICACIA MÍNIMA DEL EXTINTOR | ÁREA MÁXIMA PROTEGIDA DEL SECTOR DE INCENDIO |
|--|---|---|
| BAJO | 21 A | Hasta 600 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso) |
| MEDIO | 21 A | Hasta 400 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso) |
| ALTO | 34 A | Hasta 300 m ² (un extintor más por cada 200 m ² , o fracción, en exceso) |

Ilustración 10. Extintores

No será necesaria la instalación de sistemas de bocas de incendio, ni de sistemas de columna seca, ni tampoco rociadores automáticos de agua.

d) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 1000 m² o superior.

e) Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 500 m² o superior.

4.º Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es medio y su superficie total construida es de 3500 m² o superior.

5.º Están ubicados en edificios de tipo C, su nivel de riesgo intrínseco es alto y su superficie total construida es de 2000 m² o superior.

Se dispondrá de un sistema de alumbrado de emergencia por toda la nave. Dicho sistema estará fijo y estará provista de fuente propia de energía, proporcionando una hora de servicio continuada, con una iluminancia de un lux como mínimo.

Anexo IV

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Índice

| | |
|--|------------|
| Acciones de viento | 1 |
| Cálculo correas | 4 |
| Fachada de pórtico de cerramiento | 4 |
| Cerramiento lateral de la nave | 12 |
| Cerramiento de cubierta de la nave | 25 |
| Pórtico hastial zona taller | 42 |
| Pilar N1-N2 | 43 |
| Pilar N104-N105 | 52 |
| Pilar N5-N106 | 61 |
| Dintel N2-N5 | 70 |
| Pórtico zona puente grúa | 82 |
| Dintel N37-N40 | 92 |
| Pórtico zona almacén | 104 |
| Dintel N57-N60 | 114 |
| Pórtico separador de zona taller - oficinas | 126 |
| Pilar N66-N67 | 127 |
| Pilar N115-N116 | 136 |
| Pilar N70-N122 | 148 |
| Dintel N67-N70 | 160 |
| Forjado N143-N144 | 172 |
| Pórtico intermedio de oficinas | 184 |
| Pilar N71-N72 | 185 |
| Dintel N72-N75 | 194 |
| Forjado N143-N144 | 206 |
| Pilar de forjado N117-N148 | 218 |
| Pórtico hastial oficinas | 230 |
| Pilar N120-N121 | 240 |
| Pilar N85-N125 | 252 |
| Dintel N82-N85 | 264 |
| Celosía | 288 |
| Puente grúa | 300 |
| Cimentación | 312 |
| Uniones | 320 |
| Unión dinteles | 320 |
| Unión pilar con dintel | 328 |
| Unión pilar intermedio hastial con dintel | 338 |

| | |
|--|-----|
| Uniones vigas de forjado | 346 |
| Unión forjado con pilar de pórtico | 351 |
| Arriostramiento de tirantes..... | 361 |

Acciones de viento

Para el cálculo de acción de viento, se utilizará el procedimiento del Anejo D. Acción de viento, del CTE-DB-SE-AE.

Primero se calcula el coeficiente de exposición según el apartado D.2

D.2 Coeficiente de exposición

- 1 El coeficiente de exposición c_e para alturas sobre el terreno, z , no mayores de 200 m, puede determinarse con la expresión:

$$c_e = F \cdot (F + 7 k) \quad (D.2)$$

$$F = k \ln (\max (z, Z) / L) \quad (D.3)$$

siendo k , L , Z parámetros característicos de cada tipo de entorno, según la tabla D.2

Tabla D.2 Coeficientes para tipo de entorno

| Grado de aspereza del entorno | Parámetro | | |
|---|-----------|---------|---------|
| | k | L (m) | Z (m) |
| I Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud | 0,156 | 0,003 | 1,0 |
| II Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia | 0,17 | 0,01 | 1,0 |
| III Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas | 0,19 | 0,05 | 2,0 |
| IV Zona urbana en general, industrial o forestal | 0,22 | 0,3 | 5,0 |
| V Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura | 0,24 | 1,0 | 10,0 |

La nave está situada en una zona industrial (polígono industrial), obteniendo así un grado de aspereza del entorno de IV.

La nave se divide en dos bloques:

- Parámetros verticales (lateral y frontal), con $z = 9$ y $10,5$ respectivamente
- Cubierta, con $z = 9,5$

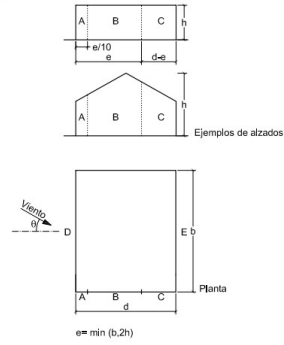
Por lo tanto, con los valores indicados en la tabla D.2, y las fórmulas, se tiene un coeficiente de exposición $c_e = 1,81$ para el frontal y la cubierta, y $c_e = 1,71$ para el lateral.

Para el cálculo de los parámetros verticales, se utiliza la Tabla D.3, y para la cubierta, la tabla D.6, de las cuales se extrae el coeficiente de presión c_p para cada una de las zonas delimitadas por las figuras.

Para la nave a calcular en concreto, se interpolan los valores entre 1 y 0,25 de esbeltez para los parámetros verticales, y entre los valores de 5 y 15° para la cubierta (el real de la nave es de 8,53°).

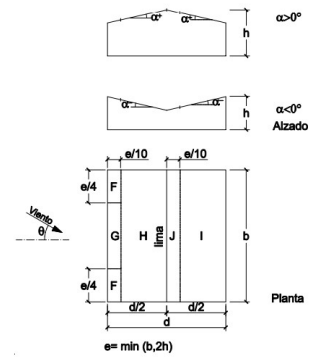
Proyecto técnico de construcción de una nave metálica para montaje de ascensores
Anexo IV. Cálculos Justificativos

Tabla D.3 Paramentos verticales



| A (m ²) | h/d | Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$ | | | | |
|------------------------|-------------|--|------|------|-----|------|
| | | A | B | C | D | E |
| ≥ 10 | 5 | -1,2 | -0,8 | -0,5 | 0,8 | -0,7 |
| | 1 | " | " | " | " | -0,5 |
| | $\leq 0,25$ | " | " | " | 0,7 | -0,3 |
| 5 | 5 | -1,3 | -0,9 | -0,5 | 0,9 | -0,7 |
| | 1 | " | " | " | " | -0,5 |
| | $\leq 0,25$ | " | " | " | 0,8 | -0,3 |
| 2 | 5 | -1,3 | -1,0 | -0,5 | 0,9 | -0,7 |
| | 1 | " | " | " | " | -0,5 |
| | $\leq 0,25$ | " | " | " | 0,7 | -0,3 |
| ≤ 1 | 5 | -1,4 | -1,1 | -0,5 | 1,0 | -0,7 |
| | 1 | " | " | " | " | -0,5 |
| | $\leq 0,25$ | " | " | " | " | -0,3 |

Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas
a) Dirección del viento $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$



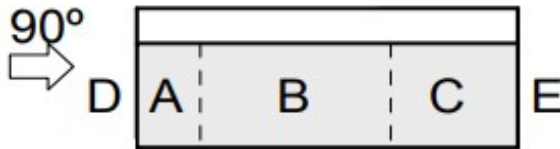
| Pendiente de la cubierta α | A (m ²) | Zona (según figura) | | | | | |
|--------------------------------------|---------------------|---------------------|------|------|------|------|--|
| | | F | G | H | I | J | |
| -45° | ≥ 10 | -0,6 | -0,6 | -0,8 | -0,7 | -1 | |
| | ≤ 1 | -0,6 | -0,6 | -0,8 | -0,7 | -1,5 | |
| | ≥ 10 | -1,1 | -0,8 | -0,9 | -0,6 | -0,8 | |
| -30° | ≤ 1 | -2 | -1,5 | -0,8 | -0,6 | -1,4 | |
| | ≥ 10 | -2,5 | -1,3 | -0,9 | -0,5 | -0,7 | |
| | ≤ 1 | -2,8 | -2 | -1,2 | -0,5 | -1,2 | |
| -15° | ≥ 10 | -2,3 | -1,2 | -0,8 | 0,2 | 0,2 | |
| | ≤ 1 | -2,5 | -2 | -1,2 | -0,5 | -0,6 | |
| -5° | ≥ 10 | -1,7 | -1,2 | -0,6 | -0,6 | 0,2 | |
| | ≤ 1 | +0,0 | +0,0 | +0,0 | -0,6 | -0,6 | |
| 5° | ≥ 10 | -2,5 | -2 | -1,2 | 0,2 | 0,2 | |
| | ≤ 1 | +0,0 | +0,0 | +0,0 | -0,6 | -0,6 | |
| 15° | ≥ 10 | -0,9 | -0,8 | -0,3 | -0,4 | -1 | |
| | ≤ 1 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | +0,0 | +0,0 | |

Finalmente, los resultados son:

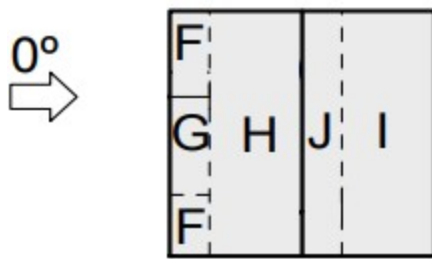


| Carga de viento sobre frontal, en kN/m ² | | | | |
|---|-------|----|------|-------|
| A | B | C | D | E |
| -0,98 | -0,65 | 0* | 0,56 | -0,28 |

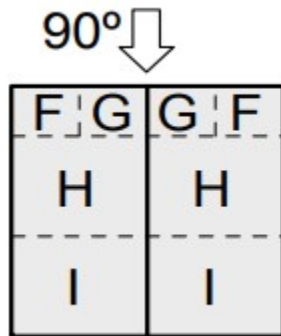
*En este caso, la zona C no existe, la zona B abarca desde el final de A, hasta el pilar derecho del pórtico



| Carga de viento sobre frontal, en kN/m ² | | | | |
|---|-------|-------|-----|------|
| A | B | C | D | E |
| -0,92 | -0,61 | -0,38 | 0,6 | -0,3 |



| | Carga de viento sobre frontal, en kN/m ² | | | | |
|-------------|---|-------|------|-------|-------|
| | F | G | H | I | J |
| Hipótesis 1 | -1,15 | -0,86 | -0,4 | -0,43 | -0,18 |
| Hipótesis 2 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | -0,31 | -0,31 |



| Carga de viento sobre frontal, en kN/m ² | | | |
|---|-------|-------|-------|
| F | G | H | I |
| -1,22 | -1,06 | -0,54 | -0,46 |

ACCIONES DE NIEVE

Para el cálculo de acción de viento, se utilizará el procedimiento del Anejo E. Datos climáticos, del CTE-DB-SE-AE.

Tabla E.2 Sobrecarga de nieve en un terreno horizontal (kN/m²)

| Altitud (m) | Zona de clima invernal, (según figura E.2) | | | | | | |
|-------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 0 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| 200 | 0,5 | 0,5 | 0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | 0,2 |
| 400 | 0,6 | 0,6 | 0,2 | 0,3 | 0,4 | 0,2 | 0,2 |
| 500 | 0,7 | 0,7 | 0,3 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,2 |
| 600 | 0,9 | 0,9 | 0,3 | 0,5 | 0,5 | 0,4 | 0,2 |
| 700 | 1,0 | 1,0 | 0,4 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | 0,2 |
| 800 | 1,2 | 1,1 | 0,5 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,2 |
| 900 | 1,4 | 1,3 | 0,6 | 1,0 | 0,8 | 0,9 | 0,2 |
| 1.000 | 1,7 | 1,5 | 0,7 | 1,2 | 0,9 | 1,2 | 0,2 |
| 1.200 | 2,3 | 2,0 | 1,1 | 1,9 | 1,3 | 2,0 | 0,2 |
| 1.400 | 3,2 | 2,6 | 1,7 | 3,0 | 1,8 | 3,3 | 0,2 |
| 1.600 | 4,3 | 3,5 | 2,6 | 4,6 | 2,5 | 5,5 | 0,2 |
| 1.800 | - | 4,6 | 4,0 | - | - | 9,3 | 0,2 |
| 2.200 | - | 8,0 | - | - | - | - | - |



Según el apartado 3.5.1 Determinación de la carga de nieve:

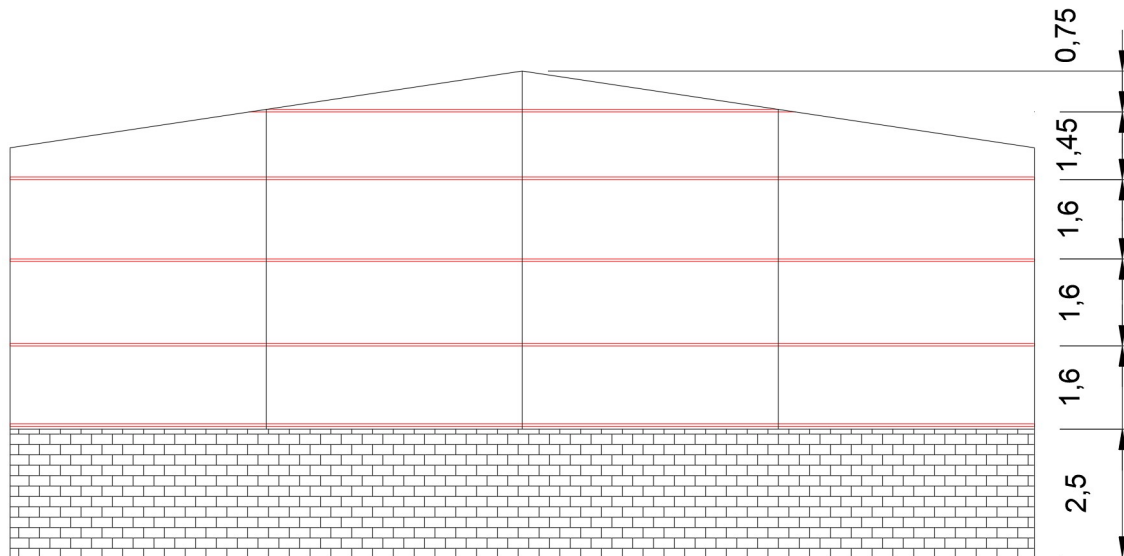
- $$q_n = \mu \cdot s_k \quad (3.2)$$

el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2

2 En un faldón limitado inferiormente por cornisas o limatesas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el coeficiente de forma tiene el valor de 1 para cubiertas con inclinación menor o igual que 30° y 0 para cubiertas con inclinación de mayor o igual que 60° (para valores intermedios se interpolará linealmente). Si hay impedimento, se tomará $\mu = 1$ sea cual sea la inclinación.

Cálculo correas

Dicho panel cubre 7,3 metros de altura, anclado a 5 correas que parten de la zona superior del muro. Las correas se disponen de dos vanos (apoyadas en tres pilares), con una tirantilla en el centro de cada vano, y con una separación de 1,6 metros entre cada una de ellas, a excepción de la correa superior, que se encuentra a 1,45 metros de la anterior, para poder realizar la unión en los tres pilares del pórtico.



Distribución de correas en cerramiento de fachada

Se va a colocar Panel Fachada Semiliso de la empresa Hiansa, de 50 mm de espesor nominal, y con una resistencia de 3,30 kN/m², y un peso de 0,11 kN/m².

| PANEL NERVADO | TRANSMISIÓN TÉRMICA | | PESO (0.5/0.5) |
|-----------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Espesor nominal en mm | K en Kcal/m ² ·h. °C | K en W/m ² ·k | Kg/m ² |
| 35 | 0.50 | 0.59 | 10.80 |
| 40 | 0.44 | 0.52 | 11.00 |
| 50 | 0.36 | 0.43 | 11.40 |
| 60 | 0.30 | 0.36 | 11.80 |
| 80 | 0.23 | 0.27 | 12.60 |
| 100 | 0.18 | 0.21 | 13.40 |

La distribución de cargas para las correas es:

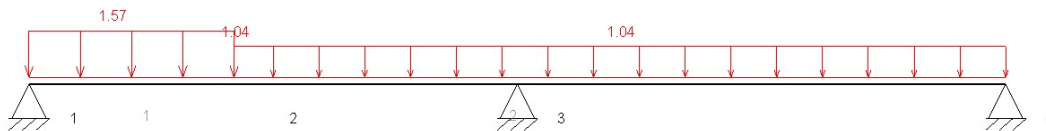


| Carga de viento sobre frontal, en kN/m ² | | | | |
|---|-------|----|------|-------|
| A | B | C | D | E |
| -0,98 | -0,65 | 0* | 0,56 | -0,28 |

*En este caso, la zona C no existe, la zona B abarca desde el final de A, hasta el pilar derecho del pórtico

El cálculo se realiza sobre una correa cualquiera, resultando una configuración tal que:

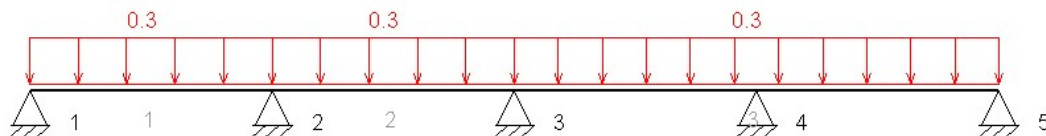
- Zona A : $q_{\text{distribuida-A}} = -0,98 \text{ kN/m}^2 \cdot d_{\text{correas}} (1,6 \text{ m}) = -1,57 \text{ kN/m}$
- Zona B : $q_{\text{distribuida-B}} = -0,65 \text{ kN/m}^2 \cdot d_{\text{correas}} (1,6 \text{ m}) = -1,04 \text{ kN/m}$



Esquema de cargas en plano x-z (horizontal)

Para el plano horizontal (x-z), es una barra con tres apoyos a 5 metros de distancia entre ellos (distancia entre pilares), con una carga distribuida resultado de la acción del viento en la cara A, y otra carga distribuida de menor intensidad, resultado del viento en la cara B.

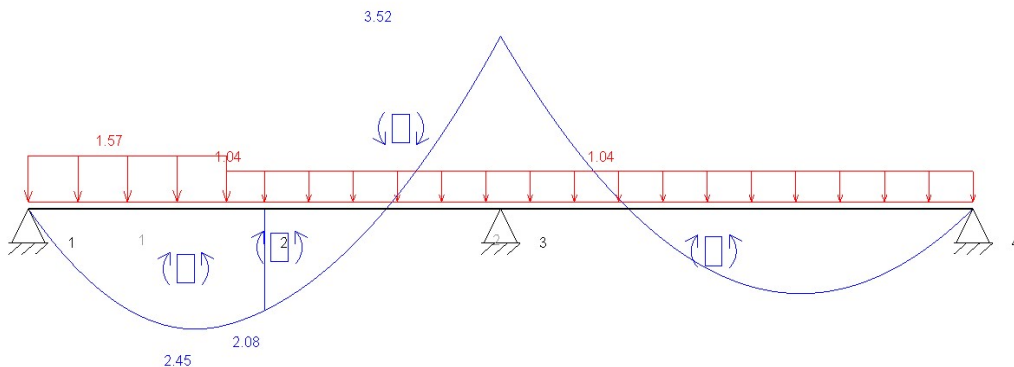
- $q_{\text{distribuida}} = \text{Peso Propio correa (0.108 kN/m)} + \text{Peso Propio Panel (0.11 kN/m}^2) \cdot d_{\text{correas}} \quad (1,6 \text{ m})$
 $= 0,3 \text{ kN/m}$



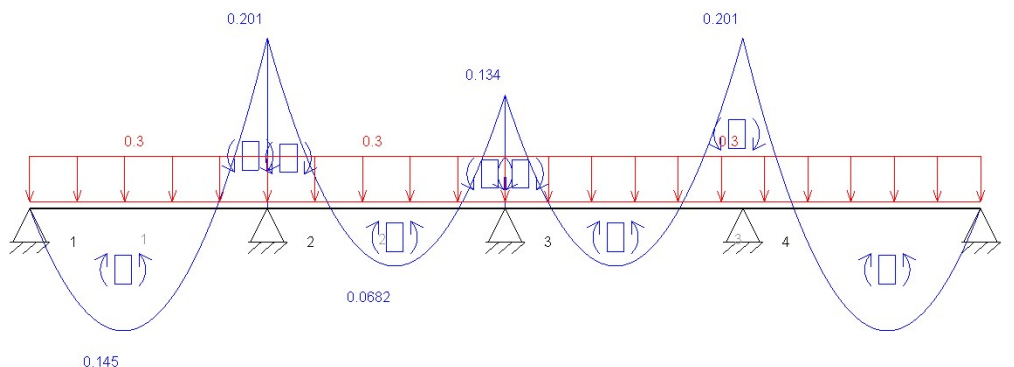
Esquema de cargas en plano x-y (vertical)

Para el plano vertical (x-y), es una barra con cinco apoyos (tres pilares, y a mitad del vano una tirantilla), con una distancia de 2,5 metros entre sí, con una carga distribuida uniforme resultado del peso propio del panel y de la propia correa.

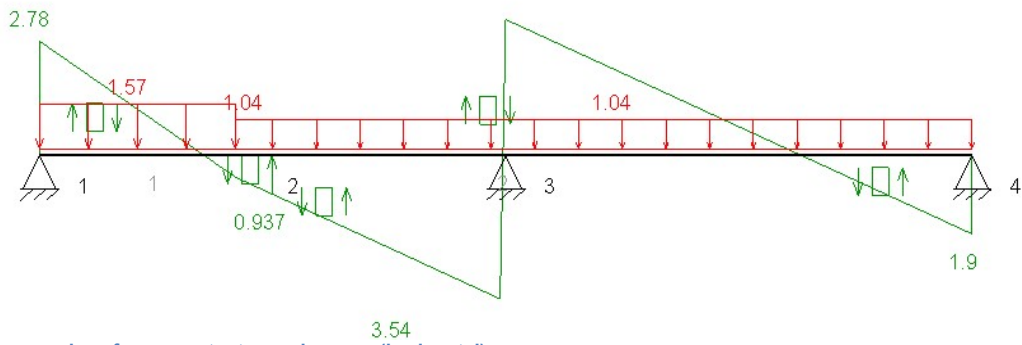
Obteniendo los siguientes resultados:



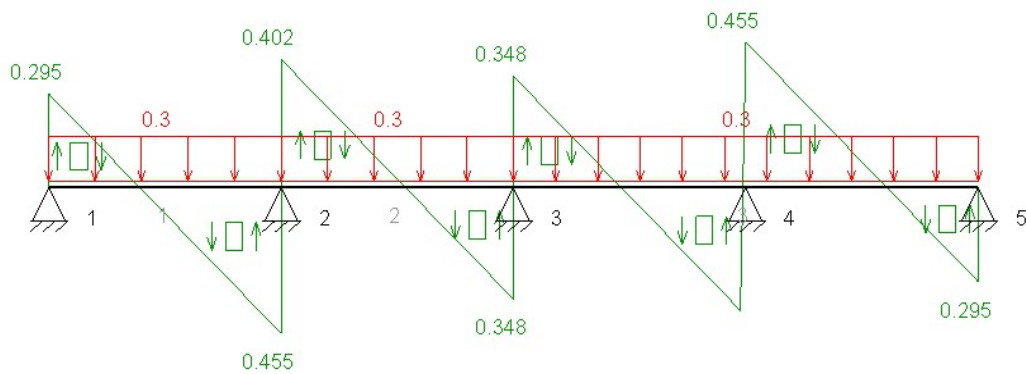
Esquema de momento flector en plano x-z (horizontal)



Esquema de momento flector en plano x-y (vertical)



Esquema de esfuerzo cortante en plano x-z (horizontal)



Esquema de esfuerzo cortante en plano x-y (vertical)

Las correas están sometidas a flexión con cortante, por lo que bastará con hacer la comprobación a interacción de esfuerzos, teniendo en cuenta que se genera sollicitación en ambos planos de la sección y con ausencia de esfuerzo axial.

Se selecciona un perfil CF 120,3,0

| h (mm) | d (mm) | t _w (mm) | A (mm ²) | I _y (10 ⁴ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
|---|---|--|-------------------------|--|--|
| 120 | 50 | 3 | 720 | 156 | 25.9 |
| I _z (10 ⁴ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | Perfil: CF 120,3,0 Material: Acero (S275) | | | |
| 25 | 7.61 | | | | |

Primero se comprueba la resistencia a cortante según el punto 6.2.4 Resistencia de las secciones a corte del CTE-DB-SE-A.

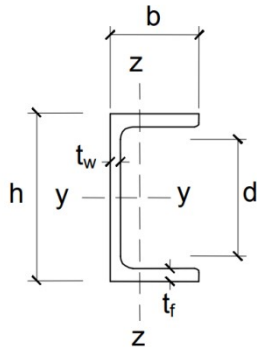
6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

- Perfiles en I, H o U cargados perpendicularmente al alma: $A_v = A - d \cdot t_w$
- Secciones armadas cargadas paralelamente a las almas: $A_v = \sum d \cdot t$
- Secciones armadas cargadas perpendicularmente a las almas: $A_v = A - \sum d \cdot t$
- Secciones circulares huecas: $A_v = 2 \cdot A / \pi$
- Secciones macizas: $A_v = A$

siendo A la sección total, y d, t_f , t_w y r_1 según significados de la figura del Anejo B de este DB.



Siendo la situación más desfavorable con la sección cargada perpendicularmente al alma. Por lo tanto:

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

$$A_v = 720 - 50 \cdot 3 = 570 \text{ cm}^2$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 570 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 3.54 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 570 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 86.18$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 89.18 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 3.54 | < 89.18 | | |
| CUMPLE | | | |
| $V_{Ed} < 50\% V_{pl,Rd}$ | | | |

A la hora de comprobar a flexión las correas, también interviene esfuerzo cortante, pero dado la magnitud del mismo, y según el punto 3 del apartado 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones del CTE, éste, es despreciable.

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

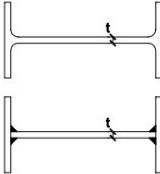
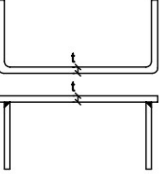
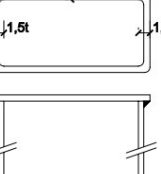
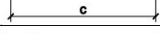
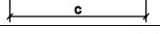
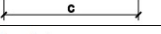
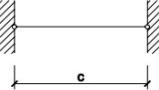
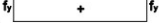
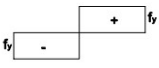

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1 \quad \text{Para secciones de clase 1 y 2}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} \leq 1 \quad \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} \leq 1 \quad \text{Para secciones de clase 4}$$

Para el cálculo de la clase de sección, se utiliza la tabla 5.3 del CTE-SE-A.

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|---|---|--|---------|---------|
|  |  |  | | |
|  |  |  | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - |  | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión |  | 33ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple |  | 72 ε | 83 ε | |
| |  | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{120}{3} = 40$$

$$72\varepsilon = 66.24$$

Correa solicitada a flexión simple, por tanto, clase 1.

Para la comprobación de resistencia, los momentos solicitantes se han de mayorar según el apartado 4.2.2 Combinación de acciones, junto con la tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad para las acciones y la tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad.

4.2.2 Combinación de acciones

- 1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.3)$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_k$).

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

| Tipo de verificación ⁽¹⁾ | Tipo de acción | Situación persistente o transitoria | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| | | desfavorable | favorable |
| Resistencia | Permanente | | |
| | Peso propio, peso del terreno | 1,35 | 0,80 |
| | Empuje del terreno | 1,35 | 0,70 |
| | Presión del agua | 1,20 | 0,90 |
| | Variable | 1,50 | 0 |

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

| | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|
| Nieve | | | |
| • para altitudes > 1000 m | 0,7 | 0,5 | 0,2 |
| • para altitudes ≤ 1000 m | 0,5 | 0,2 | 0 |
| Viento | 0,6 | 0,5 | 0 |
| Temperatura | 0,6 | 0,5 | 0 |
| Acciones variables del terreno | 0,7 | 0,7 | 0,7 |

$$M_{y,Ed} = 1,5 \cdot \text{Viento} = 1,5 \cdot 3,52 = 5,28 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 1,35 \cdot \text{PP} = 1,35 \cdot 0,134 = 0,18 \text{ kNm}$$

| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 720 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 0 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| No es necesaria la obtención de N _{c,Rd} , ya que la correa carece de solicitación axil. | | | |
| W _{el,y} | 25.9 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 5.28 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{el,z} | 7.61 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.18 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{el,Rd,y} = W_{el,y} \cdot f_{yd} = 25900 \cdot 261.90 = 6.78 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{el,Rd,z} = W_{el,z} \cdot f_{yd} = 7610 \cdot 261.90 = 1.99 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rd,z}} < 1$$

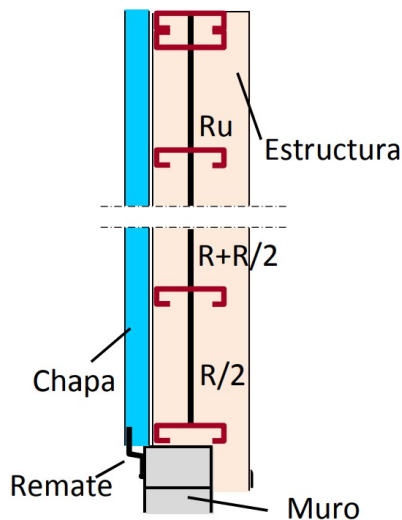
$$\frac{0}{N_{c,Rd}} + \frac{5.28}{6.78} + \frac{0.18}{1.99} < 1$$

$$0.87 < 1$$

CUMPLE

Como ya se ha mencionado, los apoyos 2 y 4 en el plano x-y corresponden a tirantillas colocadas de forma vertical, uniendo todas las correas entre sí para contrarrestar el posible pandeo debido a la longitud de las mismas.

Por ello, se calcula el axil total que debe ser capaz de soportar dicho tirante, según el esquema que se indica a continuación:

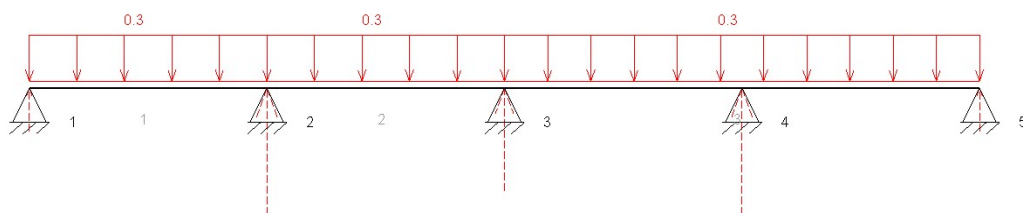


Esquema de cerramiento de fachada

La sollicitación total que debe soportar es, con 5 correas:

$$R_u = 3 \cdot R + \frac{R}{2}$$

Siendo R la reacción en el apoyo que simula ser la tirantilla, tanto en el apoyo 2 como en el 4.



| pun | desX | desY | girZ | reaX | reaY |
|-----|------------|------------|-------------|------------|------------|
| 1 | 0.0000e+00 | 0.0000e+00 | -1.2755e-04 | 0.0000e+00 | 2.9464e-01 |
| 2 | 0.0000e+00 | 0.0000e+00 | 3.1888e-05 | 0.0000e+00 | 8.5714e-01 |

Esquema de cargas en plano x-y (vertical) y valor de la reacción R

$$R_u = 3 \cdot 0.86 + \frac{0.86}{2} = 3.1 \text{ kN}$$

Siendo una reacción debida al PP, se mayor como:

$$N_{Ed} = 3.1 \cdot 1.35 = 4 \text{ kN}$$

Se selecciona una tirantilla de sección circular de 12 mm de diámetro.

Se comprueba la resistencia a axil según el punto 6.2.3 Resistencia de las secciones a tracción del CTE-DB-SE-A.

6.2.3 Resistencia de las secciones a tracción

- Como resistencia de las secciones a tracción, $N_{t,Rd}$, puede emplearse la plástica de la sección bruta sin superar la última de la sección neta:

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad (6.2)$$

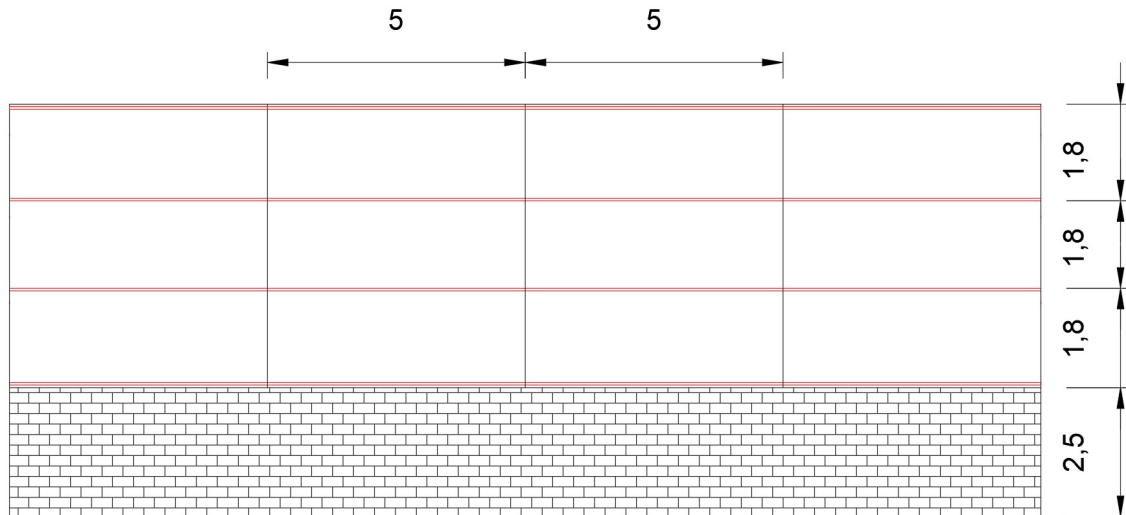
| | | | |
|--------------------------------|----------------------|-------------------|---|
| A | 113 | mm ² | Área neta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 4 | kN | Esfuerzo axil solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ | | | |
| $N_{pl,Rd} = 113 \cdot 261.90$ | | | |
| N _{pl,Rd} | 29.62 | kN | Resistencia de la sección a axil |
| N _{Ed} | < N _{pl,Rd} | | |
| 4 | < 29.62 | | |

CUMPLE

Cerramiento lateral de la nave

Los laterales de la nave tienen una altura de 8 metros. El cerramiento de las mismas se realiza con un primer muro de ladrillo de 2,5 metros, seguido de panel de cierre.

Dicho panel cubre 5,5 metros de altura, anclado a 4 correas que parten de la zona superior del muro. Las correas se disponen de dos vanos (apoyadas en tres pilares), con una tirantilla en el centro de cada vano, y con una separación de 1,8 metros entre cada una de ellas, a excepción de la correa superior.

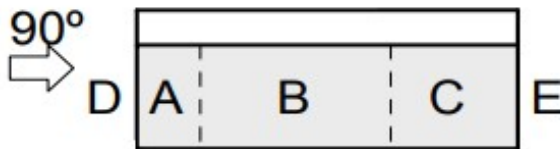


Distribución de correas en cerramiento lateral

Se va a colocar Panel Fachada Semiliso de la empresa Hiansa, de 50 mm de espesor nominal, y con una resistencia de 3,30 kN/m², y un peso de 0,11 kN/m².

| PANEL NERVADO | TRANSMISIÓN TÉRMICA | | PESO [0.5/0.5] |
|-----------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Espesor nominal en mm | K en Kcal/m ² ·h. °C | K en W/m ² ·K | Kg/m ² |
| 35 | 0.50 | 0.59 | 10.80 |
| 40 | 0.44 | 0.52 | 11.00 |
| 50 | 0.36 | 0.43 | 11.40 |
| 60 | 0.30 | 0.36 | 11.80 |
| 80 | 0.23 | 0.27 | 12.60 |
| 100 | 0.18 | 0.21 | 13.40 |

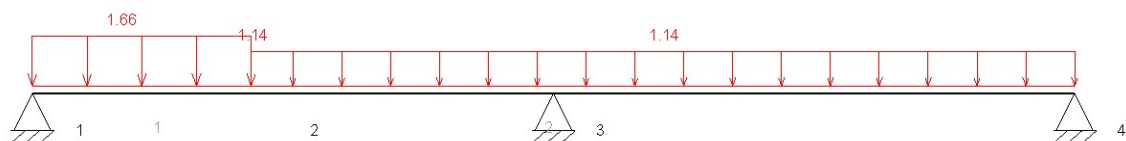
La distribución de cargas para las correas es:



| Carga de viento sobre frontal, en kN/m ² | | | | |
|---|-------|-------|-----|------|
| A | B | C | D | E |
| -0,92 | -0,61 | -0,38 | 0,6 | -0,3 |

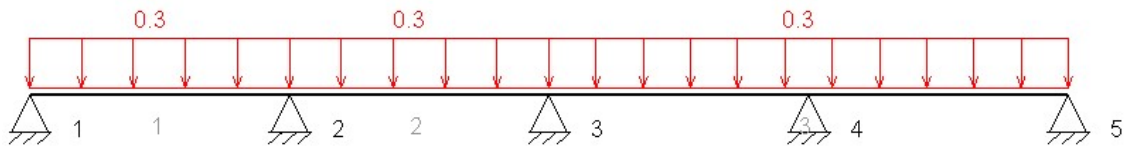
El cálculo se realiza sobre una correa cualquiera, resultando una configuración tal que:

- Zona A : $q_{\text{distribuida-A}} = -0,92 \text{ kN/m}^2 \cdot d_{\text{correas}} (1,8 \text{ m}) = -1,66 \text{ kN/m}$
- Zona B : $q_{\text{distribuida-B}} = -0,61 \text{ kN/m}^2 \cdot d_{\text{correas}} (1,8 \text{ m}) = -1,14 \text{ kN/m}$



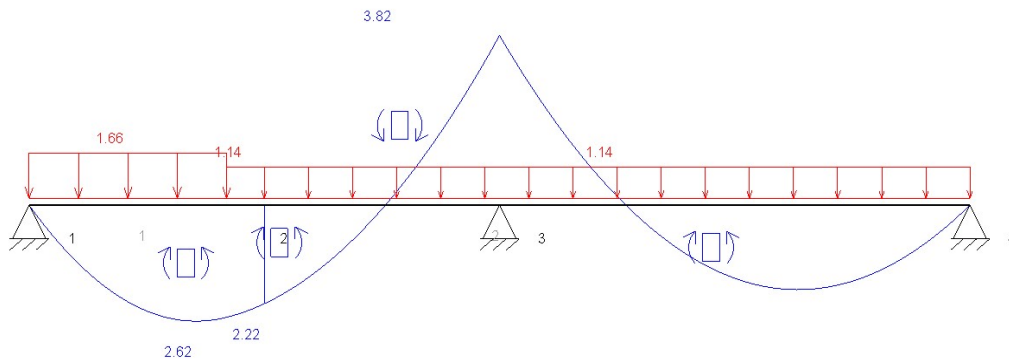
Para el plano horizontal (x-z), es una barra con tres apoyos a 5 metros de distancia entre ellos (distancia entre pilares), con una carga distribuida resultado de la acción del viento en la cara A, y otra carga distribuida de menor intensidad, resultado del viento en la cara B.

- $q_{distribuida} = \text{Peso Propio correa (0.108 kN/m)} + \text{Peso Propio Panel (0.11 kN/m}^2) \cdot d_{correas} \quad (1,8 \text{ m})$
= 0,3 kN/m

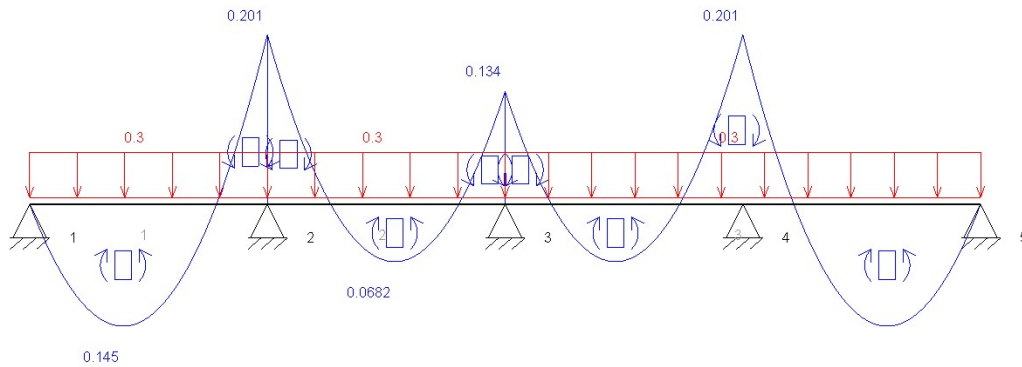


Para el plano vertical (x-y), es una barra con cinco apoyos (tres pilares, y a mitad del vano una tirantilla), con una distancia de 2,5 metros entre sí, con una carga distribuida uniforme resultado del peso propio del panel y de la propia correa.

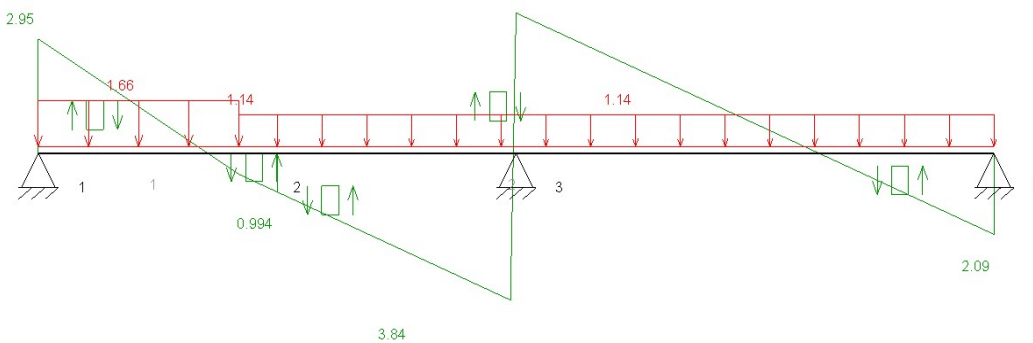
Obteniendo los siguientes resultados:



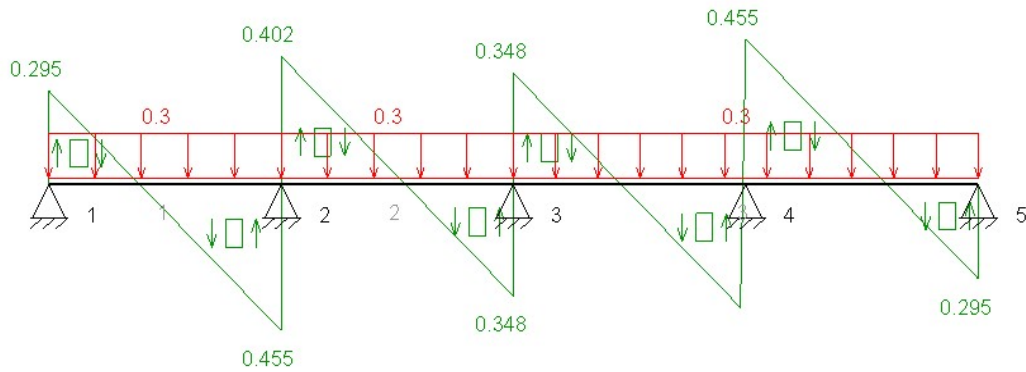
Esquema de momento flector en plano x-z (horizontal)



Esquema de momento flector en plano x-y (vertical)



Esquema de esfuerzo cortante en plano x-z (horizontal)



Esquema de esfuerzo cortante en plano x-y (vertical)

Las correas están sometidas a flexión con cortante, por lo que bastará con hacer la comprobación a interacción de esfuerzos, teniendo en cuenta que se genera sollicitación en ambos planos de la sección y con ausencia de esfuerzo axial.

Se selecciona un perfil CF 120,3,0

| h (mm) | d (mm) | t _w (mm) | A (mm ²) | I _y (10 ⁴ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
|---|---|--|-------------------------|--|--|
| 120 | 50 | 3 | 720 | 156 | 25.9 |
| I _z (10 ⁴ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | Perfil: CF 120,3,0 Material: Acero (S275) | | | |
| 25 | 7.61 | | | | |

Primero se comprueba la resistencia a cortante según el punto 6.2.4 Resistencia de las secciones a corte del CTE-DB-SE-A.

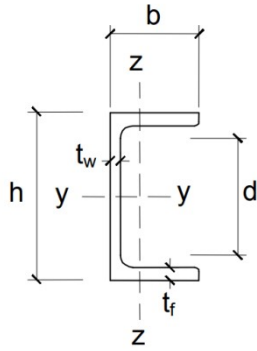
6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

- Perfiles en I, H o U cargados perpendicularmente al alma: $A_v = A \cdot d \cdot t_w$
- Secciones armadas cargadas paralelamente a las almas: $A_v = \sum d \cdot t$
- Secciones armadas cargadas perpendicularmente a las almas: $A_v = A - \sum d \cdot t$
- Secciones circulares huecas: $A_v = 2 \cdot A / \pi$
- Secciones macizas: $A_v = A$

siendo A la sección total, y d, t_f, t_w y r₁ según significados de la figura del Anejo B de este DB.



Siendo la situación más desfavorable con la sección cargada perpendicularmente al alma. Por lo tanto:

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

$$A_v = 720 - 50 \cdot 3 = 570 \text{ cm}^2$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 570 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 3.84 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 570 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 86.18$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 89.18 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 3.84 | < 89.18 | | |
| CUMPLE | | | |
| $V_{Ed} < 50\% V_{pl,Rd}$ | | | |

A la hora de comprobar a flexión las correas, también interviene esfuerzo cortante, pero dado la magnitud del mismo, y según el punto 3 del apartado 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones del CTE, es despreciable.

3 Flexión, axil y cortante:

- siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

Para el cálculo de la clase de sección, se utiliza la tabla 5.3 del CTE-SE-A

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|----------------------------------|-----------------|------------------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33ε | 38ε | 42ε |
| Flexión simple | | 72ε | 83ε | |
| | | | | 124ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{120}{3} = 40$$

$$72\varepsilon = 66.24$$

Correa solicitada a flexión simple, por tanto, clase 1.

Para la comprobación de resistencia, los momentos solicitantes se han de mayorar según el apartado 4.2.2 Combinación de acciones, junto con la tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad para las acciones y la tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad.

4.2.2 Combinación de acciones

- 1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.3)$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

| Tipo de verificación ⁽¹⁾ | Tipo de acción | Situación persistente o transitoria | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| | | desfavorable | favorable |
| Resistencia | Permanente | | |
| | Peso propio, peso del terreno | 1,35 | 0,80 |
| | Empuje del terreno | 1,35 | 0,70 |
| | Presión del agua | 1,20 | 0,90 |
| | Variable | 1,50 | 0 |

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

| | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|
| Nieve | | | |
| • para altitudes > 1000 m | 0,7 | 0,5 | 0,2 |
| • para altitudes ≤ 1000 m | 0,5 | 0,2 | 0 |
| Viento | 0,6 | 0,5 | 0 |
| Temperatura | 0,6 | 0,5 | 0 |
| Acciones variables del terreno | 0,7 | 0,7 | 0,7 |

$$M_{y,Ed} = 1,5 \cdot \text{Viento} = 1,5 \cdot 3,82 = 5,73 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 1,35 \cdot \text{PP} = 1,35 \cdot 0,134 = 0,18 \text{ kNm}$$

| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 720 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N_{Ed} | 0 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| No es necesaria la obtención de $N_{c,Rd}$, ya que la correa carece de solicitación axil. | | | |
| $W_{el,y}$ | 25.9 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| $M_{y,Ed}$ | 5.73 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| $W_{el,z}$ | 7.61 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| $M_{z,Ed}$ | 0.18 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| $M_{el,Rd,y} = W_{el,y} \cdot f_{yd} = 25900 \cdot 261.90 = 6.78 \text{ kNm}$ Resistencia de la sección a flexión eje y $M_{el,Rd,z} = W_{el,z} \cdot f_{yd} = 7610 \cdot 261.90 = 1.99 \text{ kNm}$ Resistencia de la sección a flexión eje z | | | |

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rd,z}} < 1$$

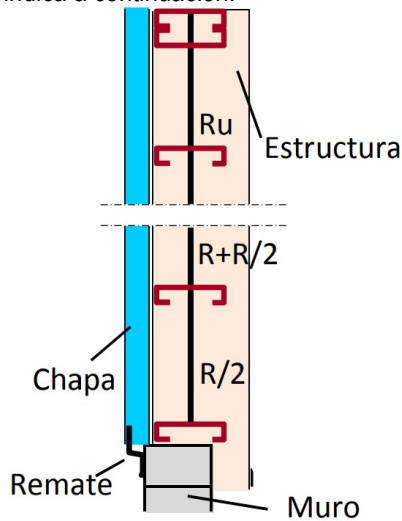
$$\frac{0}{N_{c,Rd}} + \frac{5.73}{6.78} + \frac{0.18}{1.99} < 1$$

$$0.93 < 1$$

CUMPLE

Como ya se ha mencionado, los apoyos 2 y 4 en el plano x-y corresponden a tirantillas colocadas de forma vertical, uniendo todas las correas entre sí para contrarrestar el posible pandeo debido a la longitud de las mismas.

Por ello, se calcula el axil total que debe ser capaz de soportar dicho tirante, según el esquema que se indica a continuación:

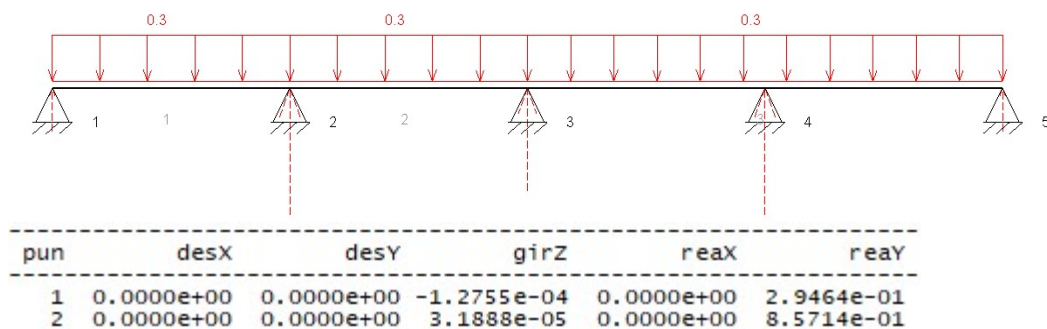


Esquema de esfuerzo cerramiento lateral

La sollicitación total que debe soportar es, con 4 correas:

$$R_u = 2 \cdot R + \frac{R}{2}$$

Siendo R la reacción en el apoyo que simula ser la tirantilla, tanto en el apoyo 2 como en el 4.



Esquema de cargas en plano x-y (vertical) y valor de la reacción R

$$R_u = 2 \cdot 0.86 + \frac{0.86}{2} = 2.15 \text{ kN}$$

Siendo una reacción debida al PP, se mayor como:

$$N_{Ed} = 2.15 \cdot 1.35 = 2.9 \text{ kN}$$

Se selecciona una tirantilla de sección circular de 12 mm de diámetro.

Se comprueba la resistencia a axil según el punto 6.2.3 Resistencia de las secciones a tracción del CTE-DB-SE-A.

6.2.3 Resistencia de las secciones a tracción

- 1 Como resistencia de las secciones a tracción, $N_{t,Rd}$, puede emplearse la plástica de la sección bruta sin superar la última de la sección neta:

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad (6.2)$$

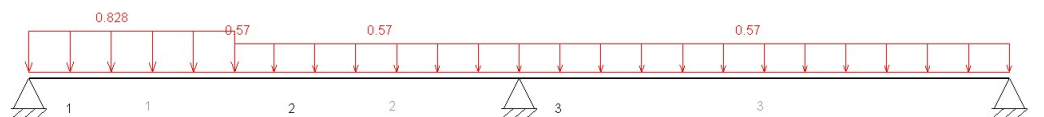
| | | | |
|--------------------------------|----------------------|-------------------|---|
| A | 113 | mm ² | Área neta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 2.9 | kN | Esfuerzo axil solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ | | | |
| $N_{pl,Rd} = 113 \cdot 261.90$ | | | |
| N _{pl,Rd} | 29.62 | kN | Resistencia de la sección a axil |
| N _{Ed} | < N _{pl,Rd} | | |
| 2.9 | < 29.62 | | |

CUMPLE

En el cerramiento lateral de la nave las tirantillas van unidas a la correa superior, por tanto, se debe comprobar que dicha correa es capaz de soportar los esfuerzos ya comprobados, además de los esfuerzos que les transmiten las tirantillas.

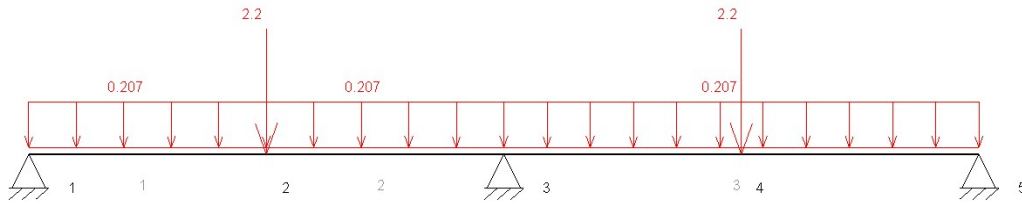
La configuración quedaría igual para el plano x-z (plano horizontal), sin embargo, para el plano x-y (plano vertical), los apoyos 2 y 4 se sustituyen por dos cargas puntuales correspondientes a las tirantillas. En ambos casos, además, el área tributaria se reduce a la mitad, dado que es la correa superior, no hay superficie por encima de las mismas.

- Zona A : $q_{distribuida-A} = -0.92 \text{ kN/m}^2 \cdot d_{correas} (1.8 \text{ m}) / 2 = -0.828 \text{ kN/m}$
- Zona B : $q_{distribuida-B} = -0.61 \text{ kN/m}^2 \cdot d_{correas} (1.8 \text{ m}) / 2 = -0.57 \text{ kN/m}$



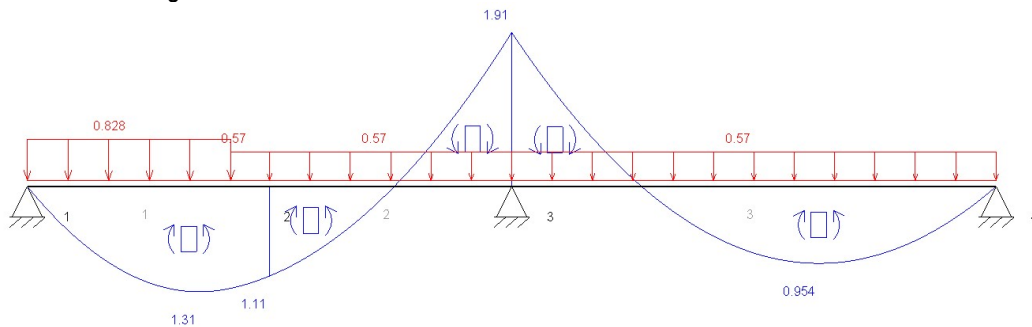
Esquema de cargas en plano x-z (horizontal)

- $q_{distribuida} = \text{Peso Propio correa (0,108 kN/m)} + \text{Peso Propio Panel (0,11 kN/m}^2) \cdot d_{correas} (1,8 \text{ m}) / 2$
 $= 0,207 \text{ kN/m}$

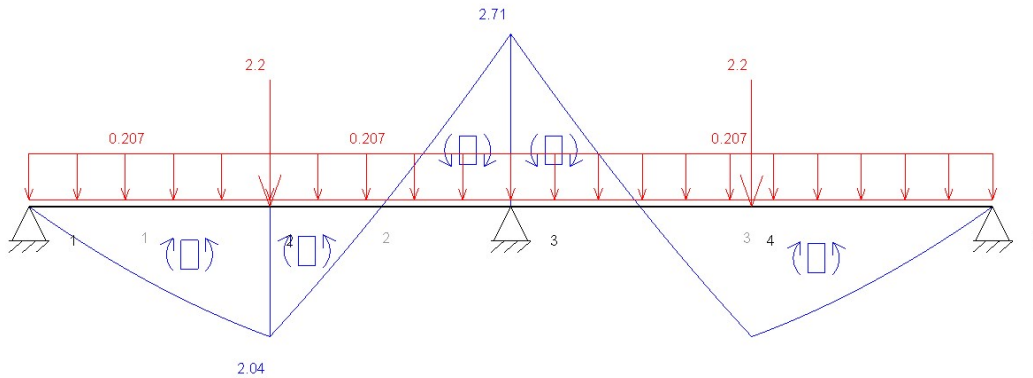


Esquema de cargas en plano x-y (vertical)

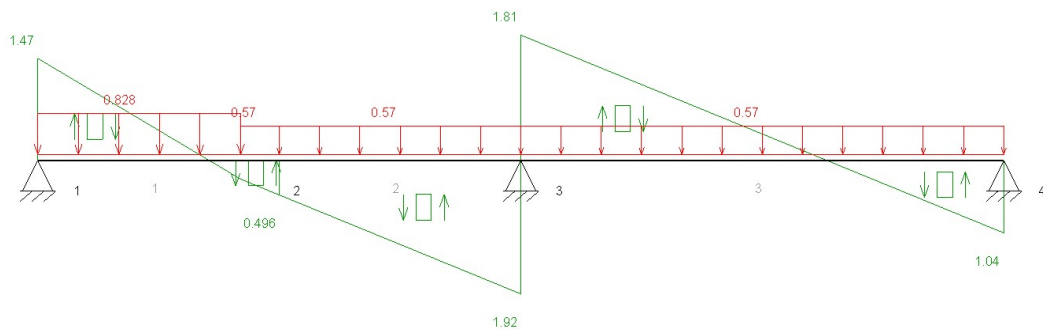
Obteniendo los siguientes resultados:



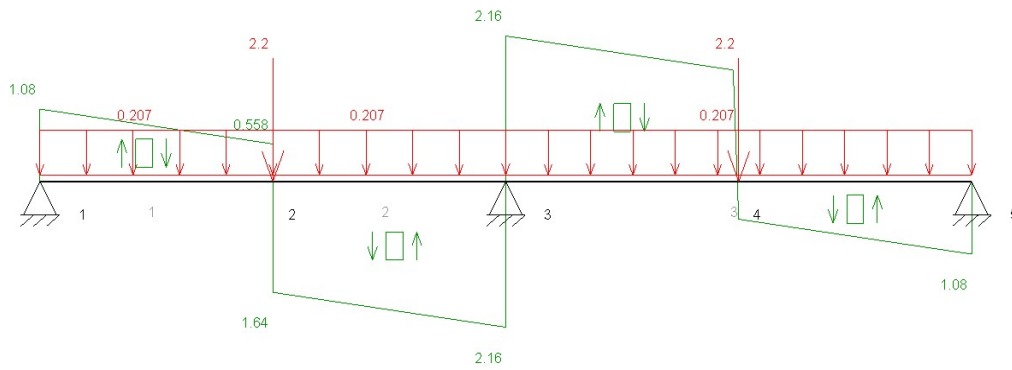
Esquema de momento flector en plano x-z (horizontal)



Esquema de momento flector en plano x-y (vertical)



Esquema de esfuerzo cortante en plano x-z (horizontal)



Esquema de esfuerzo cortante en plano x-y (vertical)

Los esfuerzos de cortantes no aumentan prácticamente, por tanto no hace falta comprobar la resistencia de la sección.

Por otro lado, los momentos flectores sí aumentan significativamente, por lo que, para hacer frente a ellos, se va a disponer un perfil doble para las correas superiores de la siguiente manera:

| h (mm) | d (mm) | t _w (mm) | A (mm ²) | I _y (10 ⁴ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
|---|---|--|-------------------------|--|--|
| 120 | 100 | 3 | 1440 | 327 | 54.5 |
| I _z (10 ⁴ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | Perfil: DOBLE CF 120,3,0 Material: Acero (S275) | | | |
| 210 | 42.15 | | | | |

De esta manera se aumenta el módulo resistente con respecto al eje z, dado que el esfuerzo solicitante que aumenta es el de este mismo eje.

Ya que los esfuerzos cortantes no han aumentado, se sigue despreciando, y se aplica de nuevo el punto 3 del apartado 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones del CTE, es despreciable.

3 Flexión, axil y cortante:

- siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

Para el cálculo de la clase de sección, se utiliza la tabla 5.3 del CTE-SE-A

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|----------------------------------|-----------------|------------------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33ε | 38ε | 42ε |
| Flexión simple | | 72ε | 83ε | |
| | | | | 124ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{120}{3} = 40$$

$$72\varepsilon = 66.24$$

Correa solicitada a flexión simple, por tanto, clase 1.

Para la comprobación de resistencia, los momentos solicitantes se han de mayorar según el apartado 4.2.2 Combinación de acciones, junto con la tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad para las acciones y la tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad.

4.2.2 Combinación de acciones

- 1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.3)$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

| Tipo de verificación ⁽¹⁾ | Tipo de acción | Situación persistente o transitoria | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| | | desfavorable | favorable |
| Resistencia | Permanente | | |
| | Peso propio, peso del terreno | 1,35 | 0,80 |
| | Empuje del terreno | 1,35 | 0,70 |
| | Presión del agua | 1,20 | 0,90 |
| | Variable | 1,50 | 0 |

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

| | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|
| Nieve | | | |
| • para altitudes > 1000 m | 0,7 | 0,5 | 0,2 |
| • para altitudes ≤ 1000 m | 0,5 | 0,2 | 0 |
| Viento | 0,6 | 0,5 | 0 |
| Temperatura | 0,6 | 0,5 | 0 |
| Acciones variables del terreno | 0,7 | 0,7 | 0,7 |

$$M_{y,Ed} = 1,5 \cdot \text{Viento} = 1,5 \cdot 1,91 = 2,87 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 1,35 \cdot \text{PP} = 1,35 \cdot 2,71 = 3,65 \text{ kNm}$$

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 1440 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N_{Ed} | 0 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| No es necesaria la obtención de $N_{c,Rd}$, ya que la correa carece de solicitación axil. | | | |
| $W_{el,y}$ | 54.5 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| $M_{y,Ed}$ | 1.91 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| $W_{el,z}$ | 42.15 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| $M_{z,Ed}$ | 2.71 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| $M_{el,Rd,y} = W_{el,y} \cdot f_{yd} = 54500 \cdot 261.90 = 14.27 \text{ kNm}$ Resistencia de la sección a flexión eje y $M_{el,Rd,z} = W_{el,z} \cdot f_{yd} = 42150 \cdot 261.90 = 11.04 \text{ kNm}$ Resistencia de la sección a flexión eje z | | | |

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{0}{N_{c,Rd}} + \frac{1.91}{14.27} + \frac{2.71}{11.04} < 1$$

$$0.38 < 1$$

CUMPLE

Cerramiento de cubierta de la nave

Los faldones de cubierta de la nave tienen una anchura de 10,12 metros. El cerramiento de los mismos se realiza con un panel de cierre.

Dicho panel cubre los 10,12 metros de altura, anclado a 6 correas. Estas se disponen de dos vanos (apoyadas en tres dinteles), con una tirantilla en el centro de cada vano, y con una separación de 2.02 metros entre cada una de ellas.

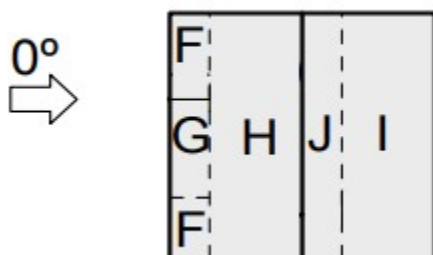


Distribución de correas en cerramiento de cubierta

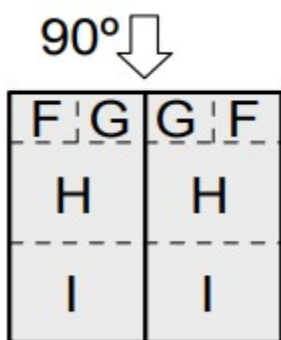
Se va a colocar Panel Cubierta con tapajunta 3 grecas de la empresa Hiansa, de 30 mm de espesor nominal, y con una resistencia de 1.60 kN/m², y un peso de 0,104 kN/m².

| PANEL NERVADO | TRANSMISIÓN TÉRMICA | | PESO [0.5/0.5] |
|-----------------------|---------------------------------|--------------------------|-------------------|
| Espesor nominal en mm | K en Kcal/m ² ·h. °C | K en W/m ² ·k | Kg/m ² |
| 30 | 0.58 | 0.68 | 10.60 |
| 40 | 0.45 | 0.53 | 11.00 |
| 50 | 0.36 | 0.43 | 11.40 |
| 60 | 0.30 | 0.36 | 11.80 |
| 80 | 0.23 | 0.27 | 12.60 |
| 100 | 0.18 | 0.21 | 13.40 |
| 120 | 0.15 | 0.17 | 14.20 |

La distribución de cargas para las correas es:

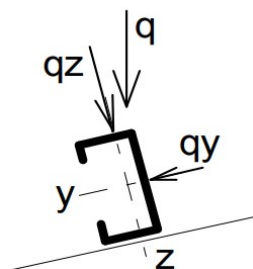


| | Carga de viento sobre frontal, en kN/m ² | | | | |
|-------------|---|-------|------|-------|-------|
| | F | G | H | I | J |
| Hipótesis 1 | -1,15 | -0,86 | -0,4 | -0,43 | -0,18 |
| Hipótesis 2 | 0,05 | 0,05 | 0,05 | -0,31 | -0,31 |



| Carga de viento sobre frontal, en kN/m ² | | | |
|---|-------|-------|-------|
| F | G | H | I |
| -1,22 | -1,06 | -0,54 | -0,46 |

Además, en cubierta también actúa la acción de la nieve, de 0,5 kN/m². Tanto esta como el peso propio del cerramiento y las correas se descomponen en los ejes locales de la correa tal y como se muestra en el esquema siguiente:



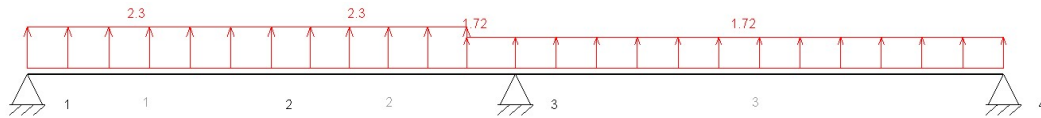
Esquema de distribución de esfuerzos sobre correa de cubierta

Siendo q la suma de acciones de nieve y peso propio, que se descomponen en q_z y q_y , y dentro de q_z , se encuentra, además, la acción de viento.

El cálculo se realiza sobre una correa situada en las zonas F y G, ya que es donde mayor sollicitación existe, siendo la combinación más desfavorable aquella en la cual coexisten el peso propio junto con la acción de viento con dirección 0° en succión, sin presencia de nieve.

La acción de viento queda como:

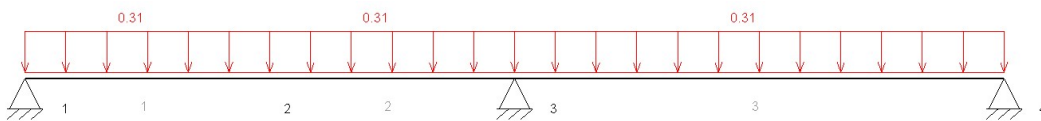
- Zona F : $q_{\text{distribuida-F}} = 1,15 \text{ kN/m}^2 \cdot d_{\text{correas}} (2 \text{ m}) = 2,30 \text{ kN/m}$
- Zona G : $q_{\text{distribuida-G}} = 0,86 \text{ kN/m}^2 \cdot d_{\text{correas}} (2 \text{ m}) = 1,72 \text{ kN/m}$



Esquema de cargas de viento en plano x-z (perpendicular a cubierta)

La acción de Peso Propio en el mismo plano que el viento:

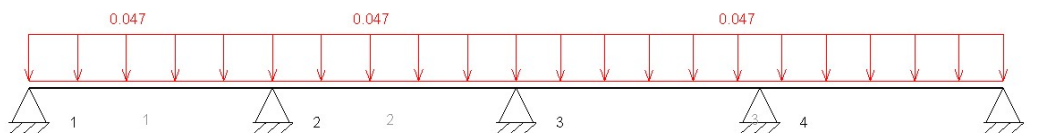
- $q_{\text{distribuida}} = \text{Peso Propio correa } (0.108 \text{ kN/m}) + \text{Peso Propio Panel } (0.104 \text{ kN/m}^2) \cdot d_{\text{correas}} (2 \text{ m}) \cdot \coseno \text{ pendiente cubierta } (8,53^\circ) = 0,31 \text{ kN/m}$



Esquema de cargas de PP en plano x-z (perpendicular a cubierta)

Para el plano x-z (perpendicular a cubierta), la configuración es una barra con tres apoyos a 5 metros de distancia entre ellos (distancia entre dinteles), con una carga distribuida resultado de la acción del viento en la cara F, y otra carga distribuida de menor intensidad, resultado del viento en la cara G.

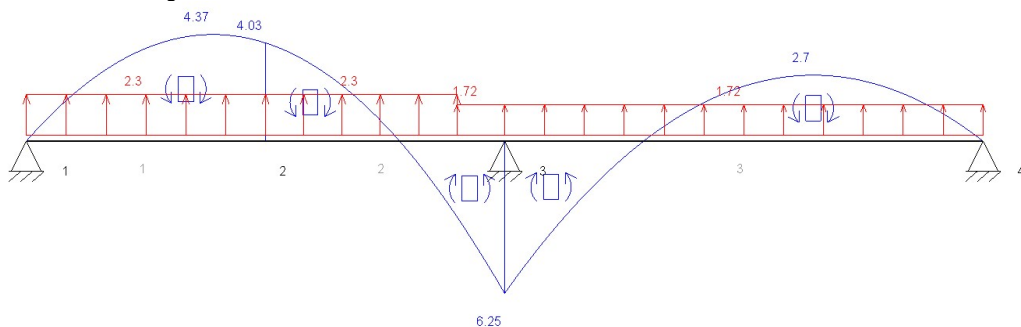
- $q_{\text{distribuida}} = \text{Peso Propio correa } (0.108 \text{ kN/m}) + \text{Peso Propio Panel } (0.104 \text{ kN/m}^2) \cdot d_{\text{correas}} (2 \text{ m}) \cdot \text{seno pendiente cubierta } (8,53^\circ) = 0,047 \text{ kN/m}$



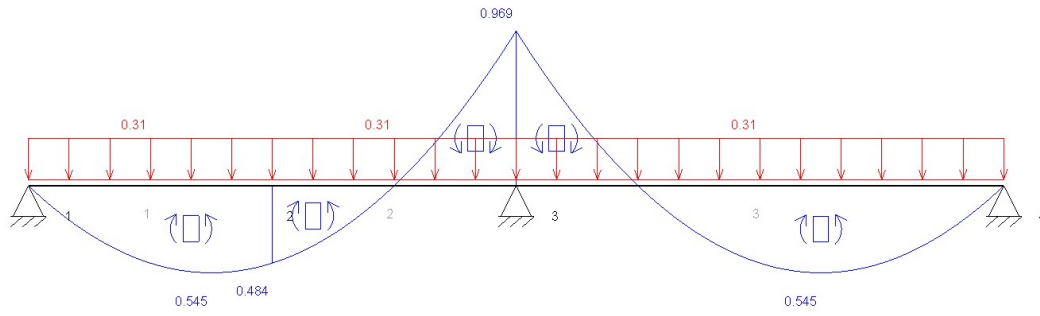
Esquema de cargas en plano x-y (plano de cubierta)

Para el plano x-y, (plano de cubierta), la configuración es una barra con cinco apoyos (tres dinteles, y a mitad del vano una tirantilla), con una distancia de 2,5 metros entre sí, con una carga distribuida uniforme resultado del peso propio del panel y de la propia correa.

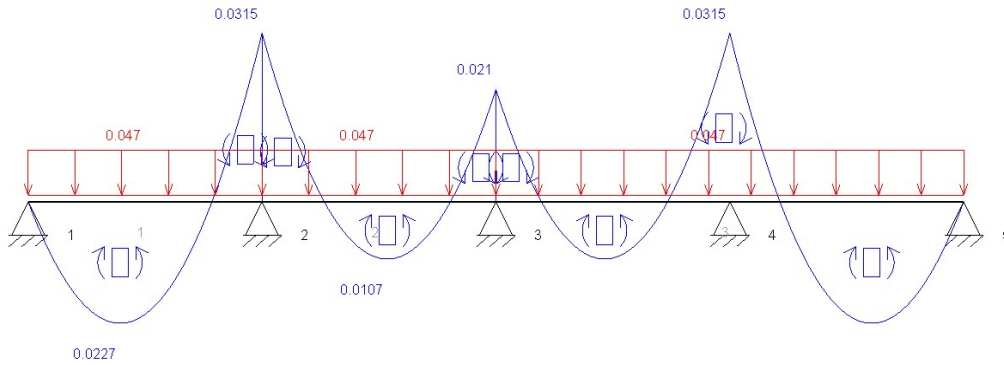
Obteniendo los siguientes resultados:



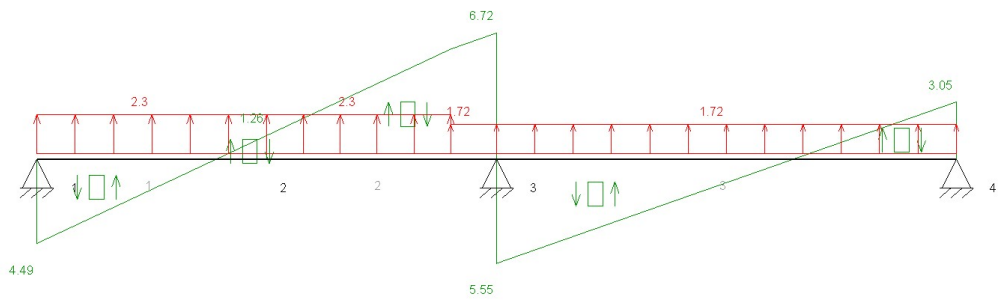
Esquema de momento flector de viento en plano x-z (perpendicular a cubierta)



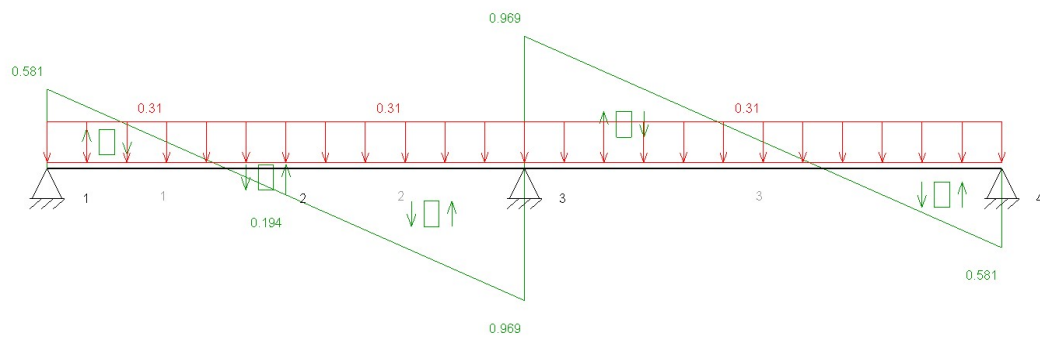
Esquema de momento flector de PP en plano x-z (perpendicular a cubierta)



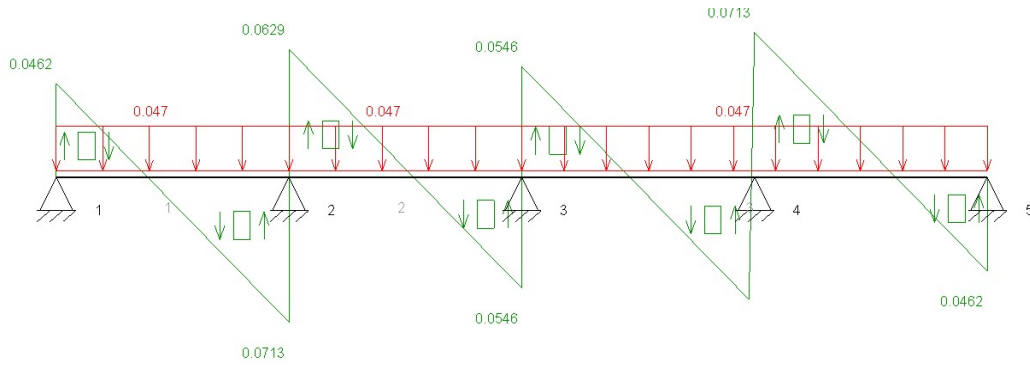
Esquema de momento flector en plano x-y (plano de cubierta)



Esquema de esfuerzo cortante de viento en plano x-z (perpendicular a cubierta)



Esquema de esfuerzo cortante de PP en plano x-z (perpendicular a cubierta)



Esquema de esfuerzo cortante en plano x-y (plano de cubierta)

Las correas están sometidas a flexión con cortante, por lo que bastará con hacer la comprobación a interacción de esfuerzos, teniendo en cuenta que se genera sollicitación en ambos planos de la sección y con ausencia de esfuerzo axial.

Se selecciona un perfil CF 160,2,5

| h (mm) | d (mm) | t _w (mm) | A (mm ²) | I _y (10 ⁴ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
|---|---|--|-------------------------|--|--|
| 160 | 60 | 2,5 | 759 | 295 | 36,8 |
| I _z (10 ⁴ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | Perfil: CF 160,2,5 Material: Acero (S275) | | | |
| 37 | 8,95 | | | | |

Primero se comprueba la resistencia a cortante según el punto 6.2.4 Resistencia de las secciones a corte del CTE-DB-SE-A.

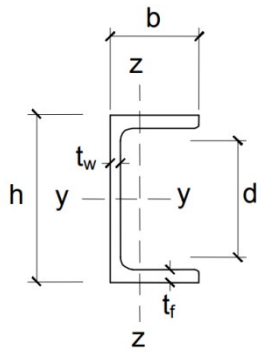
6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

- Perfiles en I, H o U cargados perpendicularmente al alma: $A_v = A - d \cdot t_w$
- Secciones armadas cargadas paralelamente a las almas: $A_v = \sum d \cdot t$
- Secciones armadas cargadas perpendicularmente a las almas: $A_v = A - \sum d \cdot t$
- Secciones circulares huecas: $A_v = 2 \cdot A / \pi$
- Secciones macizas: $A_v = A$

siendo A la sección total, y d, t_f, t_w y r₁ según significados de la figura del Anejo B de este DB.



Siendo la situación más desfavorable con la sección cargada perpendicularmente al alma. Por lo tanto:

$$A_v = A - d \cdot t_w$$

$$A_v = 759 - 60 \cdot 2,5 = 609 \text{ cm}^2$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 609 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 6.72 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 609 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 92.08$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 92.08 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 6.72 | < 92.08 | | |
| CUMPLE | | | |
| $V_{Ed} < 50\% V_{pl,Rd}$ | | | |

A la hora de comprobar a flexión las correas, también interviene esfuerzo cortante, pero dado la magnitud del mismo, y según el punto 3 del apartado 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones del CTE, es despreciable.

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} \leq 1 \quad \text{Para secciones de clase 1 y 2}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} \leq 1 \quad \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11)$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} \leq 1 \quad \text{Para secciones de clase 4}$$

Para el cálculo de la clase de sección, se utiliza la tabla 5.3 del CTE-SE-A

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|----------------------------------|------------------|-------------------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33ε | 38ε | 42ε |
| Flexión simple | | 72ε | 83ε | |
| | | | | 124ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{160}{2.5} = 64$$

$$72\varepsilon = 66.24$$

Correa solicitada a flexión simple, por tanto, clase 1.

Para la comprobación de resistencia, los momentos solicitantes se han de mayorar según el apartado 4.2.2 Combinación de acciones, junto con la tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad para las acciones y la tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad.

4.2.2 Combinación de acciones

- 1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.3)$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

| Tipo de verificación ⁽¹⁾ | Tipo de acción | Situación persistente o transitoria | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| | | desfavorable | favorable |
| Resistencia | Permanente | | |
| | Peso propio, peso del terreno | 1,35 | 0,80 |
| | Empuje del terreno | 1,35 | 0,70 |
| | Presión del agua | 1,20 | 0,90 |
| | Variable | 1,50 | 0 |

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

| | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|
| Nieve | | | |
| • para altitudes > 1000 m | 0,7 | 0,5 | 0,2 |
| • para altitudes ≤ 1000 m | 0,5 | 0,2 | 0 |
| Viento | 0,6 | 0,5 | 0 |
| Temperatura | 0,6 | 0,5 | 0 |
| Acciones variables del terreno | 0,7 | 0,7 | 0,7 |

$$M_{y,Ed} = 0,8 \cdot PP \text{ (favorable)} + 1,5 \cdot \text{Viento (desfavorable)} = 0,8 \cdot -0,97 + 1,5 \cdot 6,25 = 8,6 \text{ kNm}$$

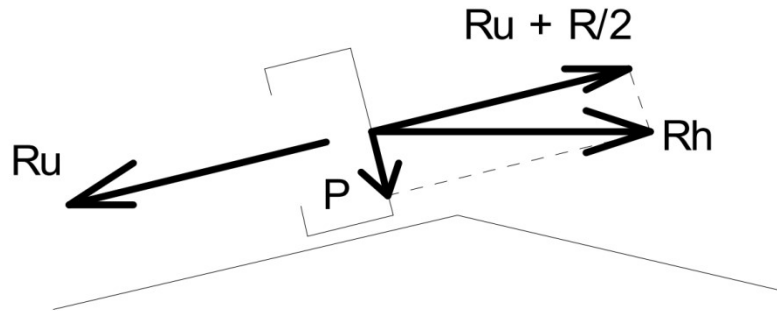
$$M_{z,Ed} = 0,8 \cdot PP = 0,8 \cdot 0,021 = 0,0168 \text{ kNm}$$

| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 759 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 0 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| No es necesaria la obtención de N _{c,Rd} , ya que la correa carece de sollicitación axil. | | | |
| W _{el,y} | 36.8 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 8.6 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{el,z} | 8.95 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.0168 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| $M_{el,Rd,y} = W_{el,y} \cdot f_{yd} = 36800 \cdot 261.90 = 9.63 \text{ kNm}$ Resistencia de la sección a flexión eje y $M_{el,Rd,z} = W_{el,z} \cdot f_{yd} = 8950 \cdot 261.90 = 2.34 \text{ kNm}$ Resistencia de la sección a flexión eje z | | | |
| $\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rd,z}} < 1$ | | | |
| $\frac{0}{N_{c,Rd}} + \frac{8.6}{9.63} + \frac{0.0168}{2.34} < 1$ | | | |
| 0.9 < 1 CUMPLE | | | |

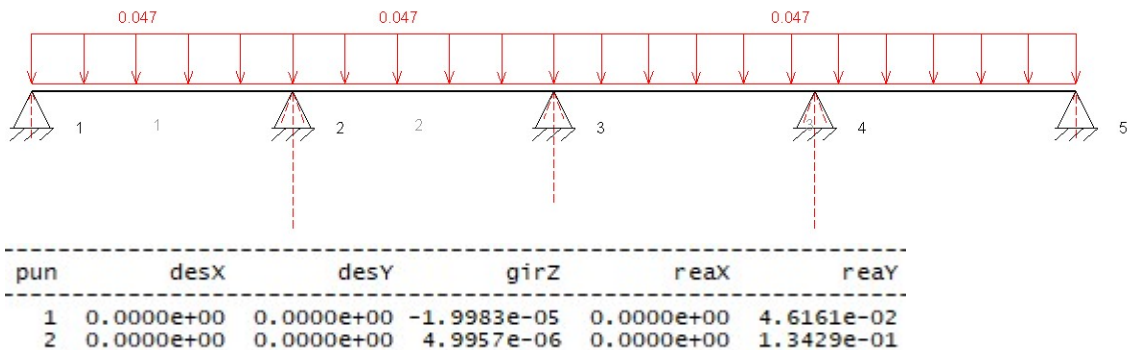
En este caso, el momento generado por el Peso Propio es de sentido contrario al generado por la acción del viento.

Como ya se ha mencionado, los apoyos 2 y 4 en el plano x-y corresponden a tirantillas colocadas de forma vertical, uniendo todas las correas entre sí para contrarrestar el posible pandeo debido a la longitud de las mismas.

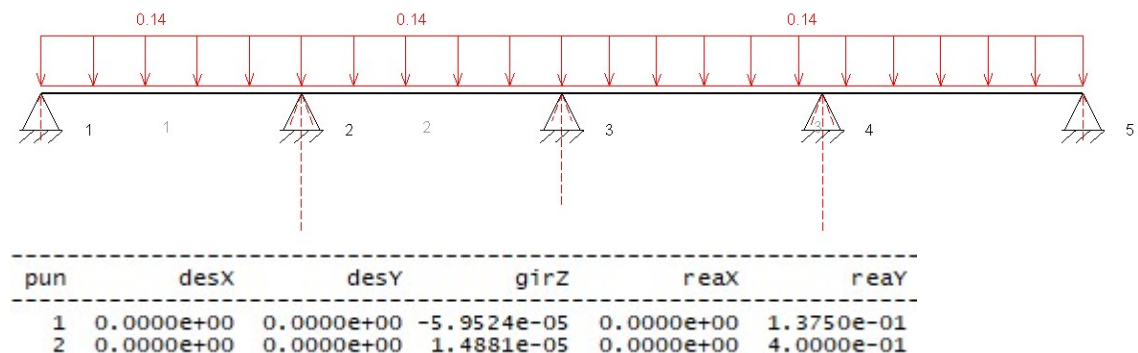
Por ello, se calcula el axil total que debe ser capaz de soportar dicho tirante, según el esquema que se indica a continuación:



Esquema de distribución de esfuerzos sobre correa de cubierta



Esquema de cargas en plano x-z (perpendicular a cubierta) y valor de la reacción R



Esquema de cargas en plano x-y (plano de cubierta) y valor de la reacción R

La reacción calculada para el apoyo 2 tanto para nieve como para PP corresponde al esfuerzo que se transmite a la tirantilla. Dichas reacciones se deben mayorar.

$$R = 1,5 \cdot R_{nieve} + 1,35 \cdot R_{PP}$$

$$R = 1,5 \cdot 0,4 + 1,35 \cdot 0,13 = 0,78$$

La sollicitación total que debe soportar es la última correa, con 6 correas:

$$R_u = 4 \cdot R + \frac{R}{2}$$

$$R_u = 4 \cdot 0,78 + \frac{0,78}{2} = 3,51 \text{ kN}$$

$$R_h = N_{Ed} = \frac{\left(3,51 + \frac{0,78}{2}\right)}{\cos(8,53)} = 3,94 \text{ kN}$$

$$P = 3,94 \cdot \sin(8,53) = 0,58 \text{ kN}$$

Se selecciona una tirantilla de sección circular de 12 mm de diámetro.

Se comprueba la resistencia a axil según el punto 6.2.3 Resistencia de las secciones a tracción del CTE-DB-SE-A.

6.2.3 Resistencia de las secciones a tracción

- 1 Como resistencia de las secciones a tracción, $N_{t,Rd}$, puede emplearse la plástica de la sección bruta sin superar la última de la sección neta:

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad (6.2)$$

| | | | |
|--------------------------------|---------------|-------------------|---|
| A | 113 | mm ² | Área neta |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N_{Ed} | 3.94 | kN | Esfuerzo axil solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ | | | |
| $N_{pl,Rd} = 113 \cdot 261.90$ | | | |
| $N_{pl,Rd}$ | 29.62 | kN | Resistencia de la sección a axil |
| N_{Ed} | < $N_{pl,Rd}$ | | |
| 3.94 | < 29.62 | | |

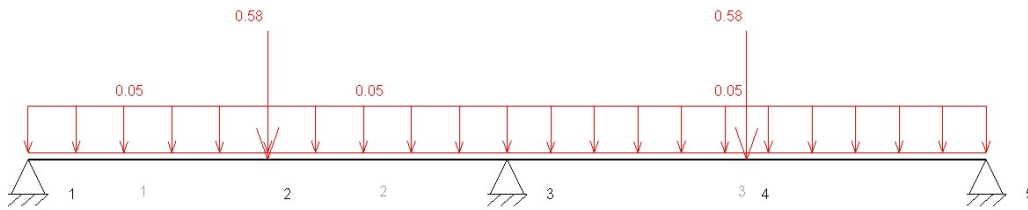
CUMPLE

En el cerramiento de cubierta de la nave las tirantillas van unidas a la correa superior, y esta, a su vez, está unida a la correa superior del faldón contrario, por tanto, se debe comprobar que dicha correa es capaz de soportar los esfuerzos ya comprobados, además de los esfuerzos que les transmiten las tirantillas y unión con la correa superior contraria.

En la configuración para el plano x-z (plano perpendicular a cubierta), en mitad de los vanos se debe añadir la sollicitación P causada por la unión entra correas superiores de ambos faldones, además de reducir las sollicitaciones tanto de viento, nieve, y PP de chapa a la mitad, dado que el área de influencia es también la mitad al ser la última correa. El caso más desfavorable se genera con

La acción de viento queda como:

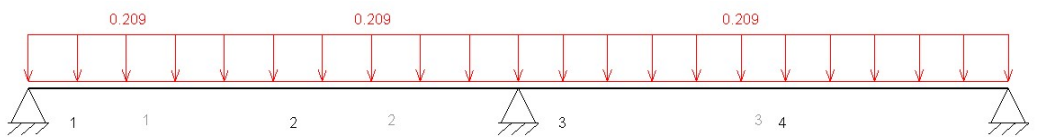
- Zona H : $q_{\text{distribuida-H}} = -0,05 \text{ kN/m}^2 \cdot d_{\text{correas}} / 2 (1 \text{ m}) = -0,05 \text{ kN/m}$



Esquema de cargas de viento en plano x-z (perpendicular a cubierta)

La acción de Peso Propio en el mismo plano que el viento:

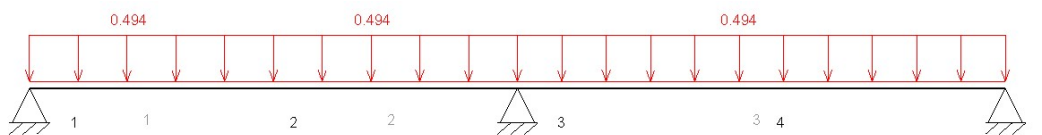
- $q_{\text{distribuida}} = \text{Peso Propio correa } (0,108 \text{ kN/m}) + \text{Peso Propio Panel } (0,104 \text{ kN/m}^2) \cdot d_{\text{correas}} / 2 (1 \text{ m}) \cdot \coseno \text{ pendiente cubierta } (8,53^\circ) = 0,209 \text{ kN/m}$



Esquema de cargas de PP en plano x-z (perpendicular a cubierta)

La acción de Nieve en el mismo plano que el viento:

- $q_{\text{distribuida}} = \text{Carga nieve } (0,5 \text{ kN/m}^2) \cdot d_{\text{correas}} / 2 (1 \text{ m}) \cdot \coseno \text{ pendiente cubierta } (8,53^\circ) = 0,494 \text{ kN/m}$

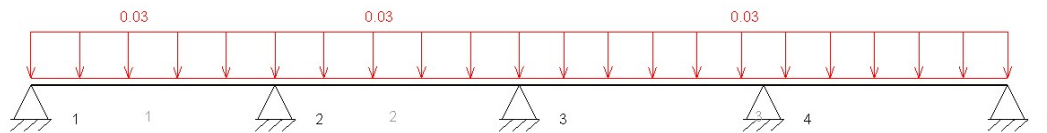


Esquema de cargas de Nieve en plano x-z (perpendicular a cubierta)

Por otro lado, para el plano x-y (plano de cubierta), la configuración sigue igual, salvo la reducción a la mitad de las solicitaciones como pasa en el plano perpendicular a cubierta.

La acción de Peso Propio queda:

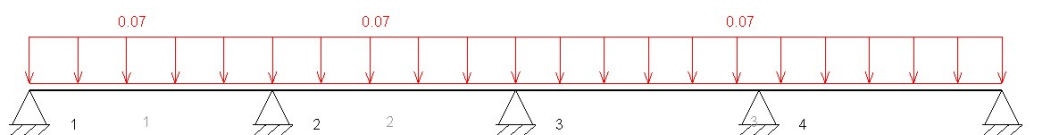
- $q_{\text{distribuida}} = \text{Peso Propio correa } (0,108 \text{ kN/m}) + \text{Peso Propio Panel } (0,104 \text{ kN/m}^2) \cdot d_{\text{correas}} / 2 (1 \text{ m}) \cdot \text{seno pendiente cubierta } (8,53^\circ) = 0,03 \text{ kN/m}$



Esquema de cargas de PP en plano x-y (plano de cubierta)

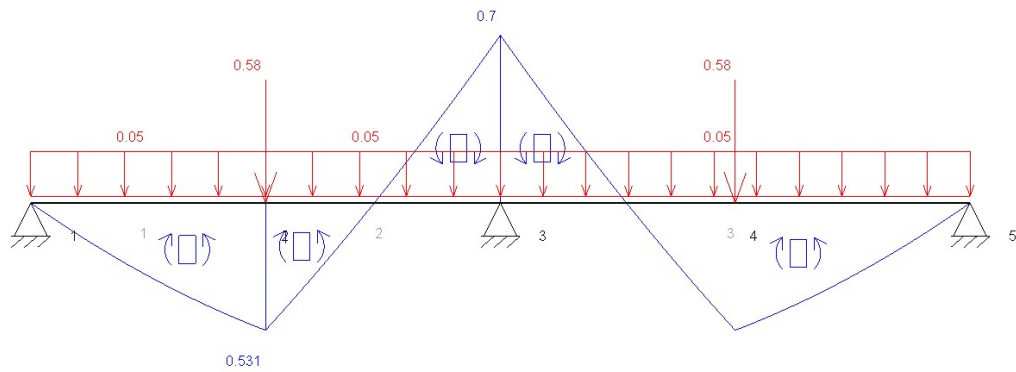
La acción de Nieve queda:

- $q_{\text{distribuida}} = \text{Carga nieve } (0,5 \text{ kN/m}^2) \cdot d_{\text{correas}} / 2 (1 \text{ m}) \cdot \text{seno pendiente cubierta } (8,53^\circ) = 0,07 \text{ kN/m}$

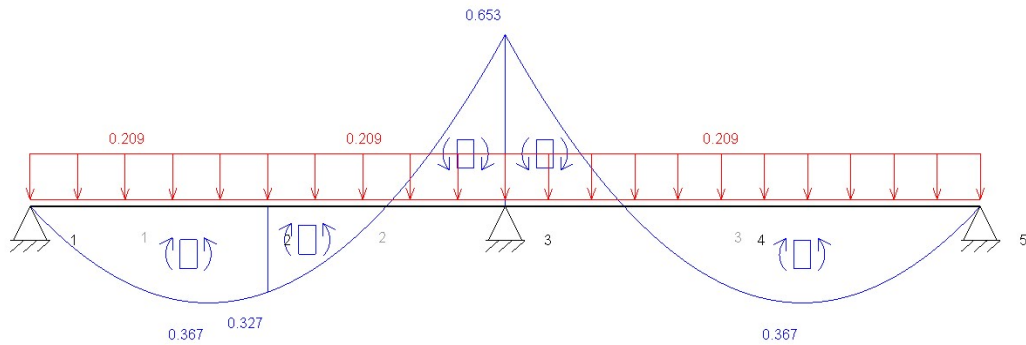


Esquema de cargas de Nieve en plano x-y (plano de cubierta)

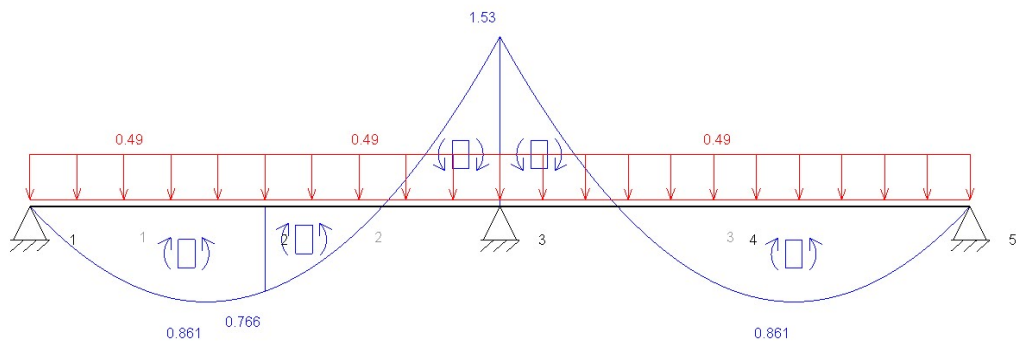
Obteniendo los siguientes resultados:



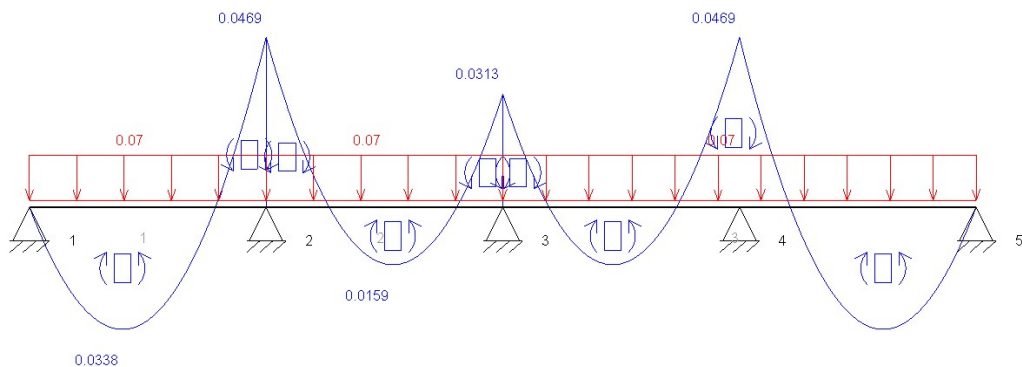
Esquema de momento flector de Viento en plano x-z (perpendicular a cubierta)



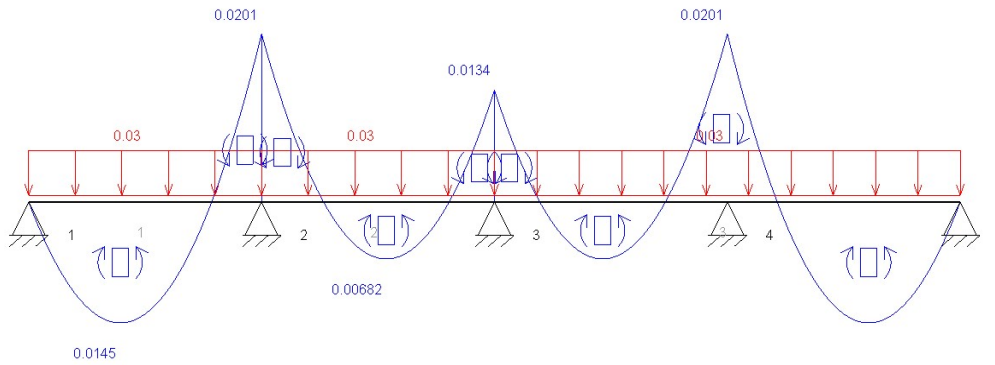
Esquema de momento flector de PP en plano x-z (perpendicular a cubierta)



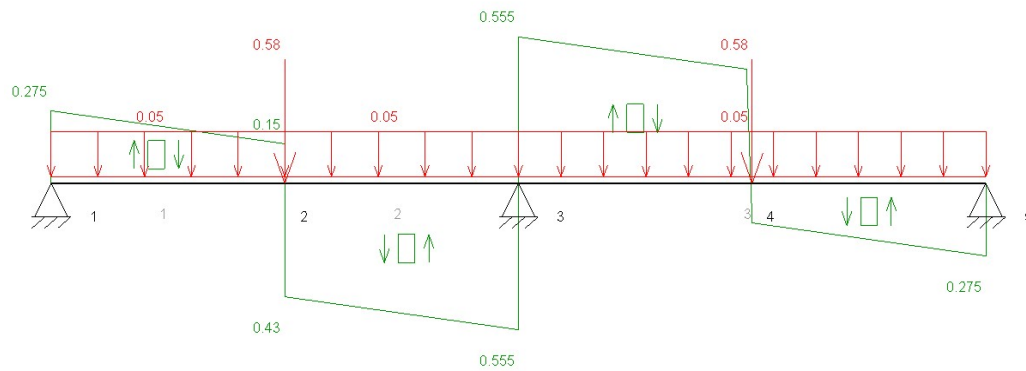
Esquema de momento flector de Nieve en plano x-z (perpendicular a cubierta)



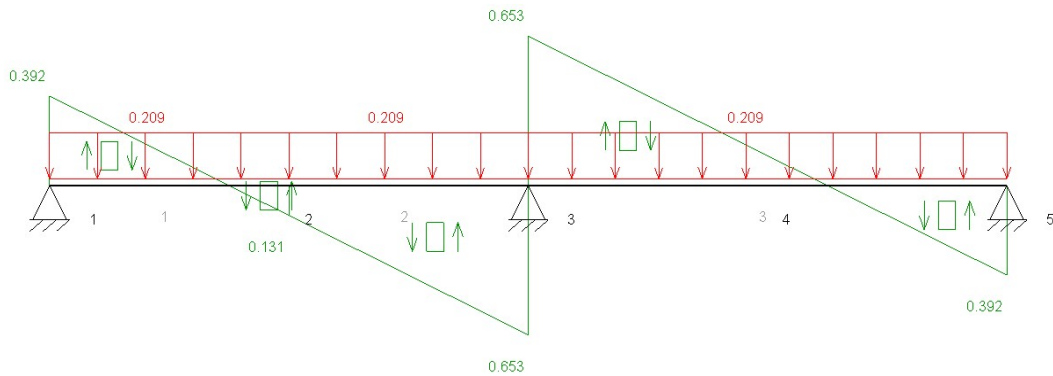
Esquema de momento flector de PP en plano x-y (plano de cubierta)



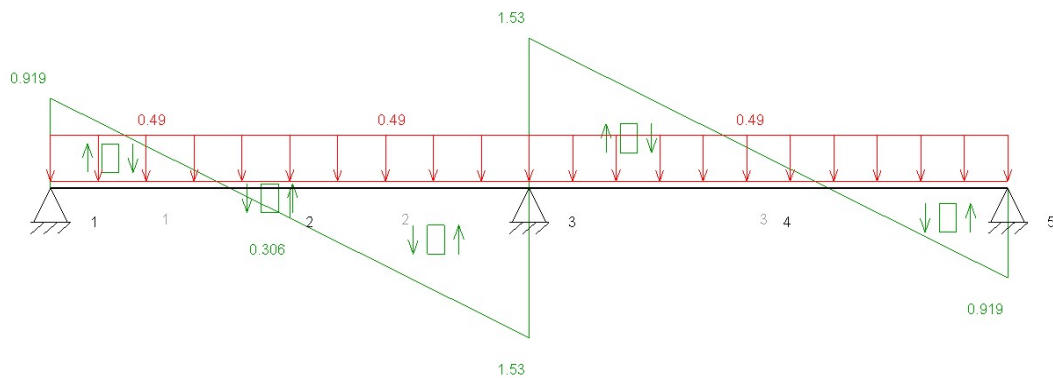
Esquema de momento flector de Nieve en plano x-y (plano de cubierta)



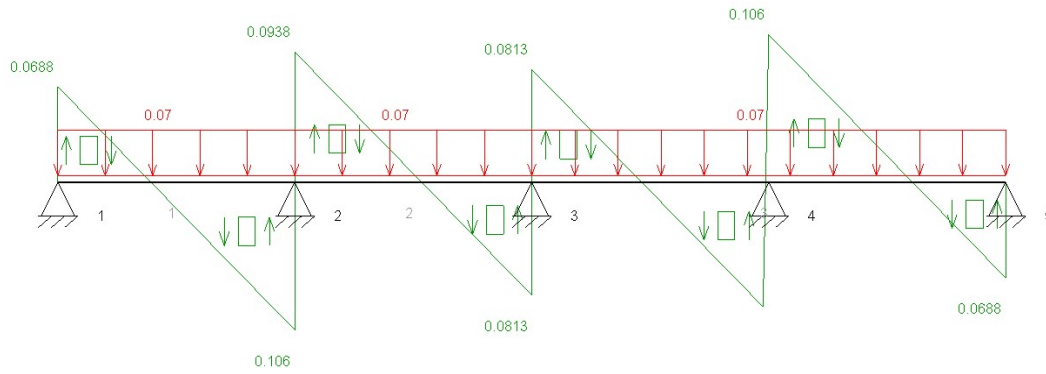
Esquema de esfuerzo cortante de Viento en plano x-z (perpendicular a cubierta)



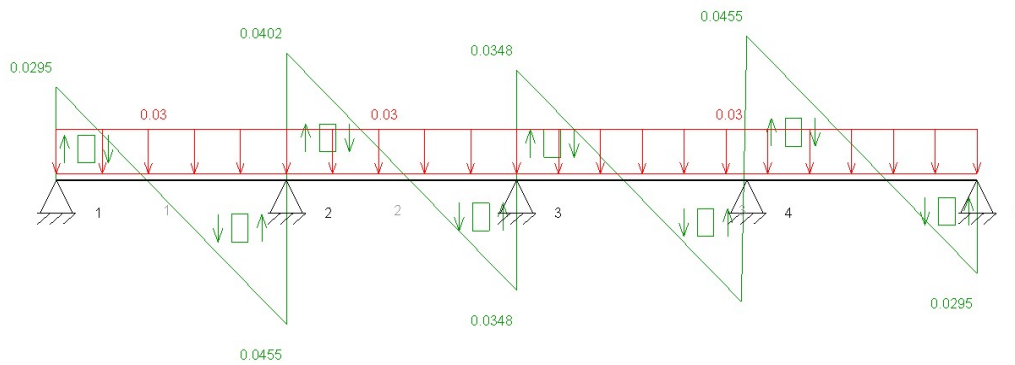
Esquema de esfuerzo cortante de PP en plano x-z (plano de cubierta)



Esquema de esfuerzo cortante de Nieve en plano x-z (perpendicular a cubierta)



Esquema de momento flector de PP en plano x-y (plano de cubierta)



Esquema de momento flector de Nieve en plano x-y (plano de cubierta)

Los esfuerzos de cortantes no superan a los resultantes de la configuración anterior, por tanto no hace falta comprobar la resistencia de la sección en este caso.

En este caso no se varía el perfil, se continua con un CF 160,2,5.

| h (mm) | d (mm) | tw (mm) | A (mm ²) | I _y (10 ⁴ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
|---|---|--|-------------------------|--|--|
| 160 | 60 | 2,5 | 759 | 295 | 36,8 |
| I _z (10 ⁴ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | Perfil: CF 160,2,5 Material: Acero (S275) | | | |
| 37 | 8,95 | | | | |

Para la comprobación de resistencia, los momentos solicitantes se han de mayorar según el apartado 4.2.2 Combinación de acciones, junto con la tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad para las acciones y la tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad.

4.2.2 Combinación de acciones

- 1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.3)$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_k$).

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

| Tipo de verificación ⁽¹⁾ | Tipo de acción | Situación persistente o transitoria | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| | | desfavorable | favorable |
| Resistencia | Permanente | | |
| | Peso propio, peso del terreno | 1,35 | 0,80 |
| | Empuje del terreno | 1,35 | 0,70 |
| | Presión del agua | 1,20 | 0,90 |
| | Variable | 1,50 | 0 |

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

| | | | |
|--------------------------------|-----|-----|-----|
| Nieve | | | |
| • para altitudes > 1000 m | 0,7 | 0,5 | 0,2 |
| • para altitudes ≤ 1000 m | 0,5 | 0,2 | 0 |
| Viento | 0,6 | 0,5 | 0 |
| Temperatura | 0,6 | 0,5 | 0 |
| Acciones variables del terreno | 0,7 | 0,7 | 0,7 |

$$M_{y,Ed} = 1,35 \cdot PP + 1,5 \cdot Nieve + 1,5 \cdot 0,6 \cdot V1b = 1,35 \cdot 0,653 + 1,5 \cdot 1,53 + 1,5 \cdot 0,6 \cdot 0,7 = 3,8 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 1,35 \cdot PP + 1,5 \cdot Nieve = 1,35 \cdot 0,0134 + 1,5 \cdot 0,031 = 0,06 \text{ kNm}$$

| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 759 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 0 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| No es necesaria la obtención de N _{c,Rd} , ya que la correa carece de solicitación axil. | | | |
| W _{el,y} | 36.8 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 3.8 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{el,z} | 8.95 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.06 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{el,Rd,y} = W_{el,y} \cdot f_{yd} = 36800 \cdot 261.90 = 9.63 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{el,Rd,z} = W_{el,z} \cdot f_{yd} = 8950 \cdot 261.90 = 2.34 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{0}{N_{c,Rd}} + \frac{3.8}{9.63} + \frac{0.06}{2.34} < 1$$

$$0.42 < 1$$

CUMPLE

Para el cálculo de la estructura, primero se ha realizado un dimensionamiento con el software Cype, con el que se han obtenido las leyes de envolventes para cada elemento, y se han identificado aquellos con mayor sollicitación, los cuales van a ser objeto de cálculo.

Todos los elementos calculados están hechos con acero S275, y ninguno sobrepasa los 16 mm de espesor nominal, por lo tanto, según la tabla 4.1 del CTE DB SE-A, Artículo 4.2:

| Tabla 4.1 Características mecánicas mínimas de los aceros UNE EN 10025 | | | | | |
|--|--|-------------|-------------|---|-------------------------------------|
| DESIGNACIÓN | Espesor nominal t (mm) | | | | Temperatura del ensayo Charpy °C |
| | Tensión de límite elástico f_y (N/mm ²) | | | Tensión de rotura f_u (N/mm ²) | |
| | t ≤ 16 | 16 < t ≤ 40 | 40 < t ≤ 63 | 3 ≤ t ≤ 100 | |
| S235JR | | | | | 20 |
| S235J0 | 235 | 225 | 215 | 360 | 0 |
| S235J2 | | | | | -20 |
| S275JR | | | | | 20 |
| S275J0 | 275 | 265 | 255 | 410 | 0 |
| S275J2 | | | | | -20 |
| S355JR | | | | | 20 |
| S355J0 | 355 | 345 | 335 | 470 | 0 |
| S355J2 | | | | | -20 |
| S355K2 | | | | | -20 ⁽¹⁾ |
| S450J0 | 450 | 430 | 410 | 550 | 0 |

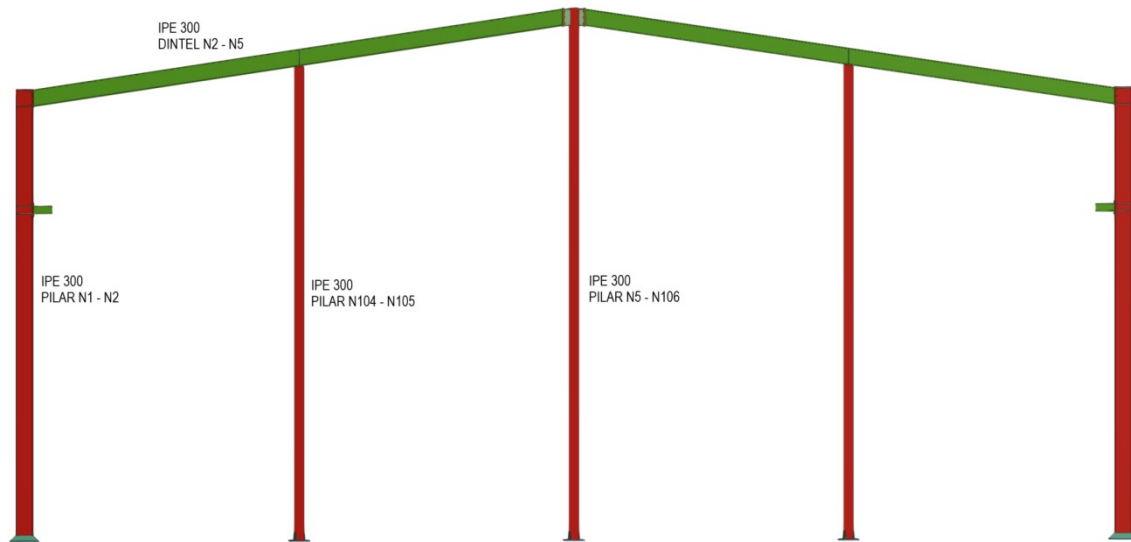
⁽¹⁾ Se le exige una energía mínima de 40J.

Se va a trabajar con una tensión de límite elástico $f_y = 275$ N/mm².

Y según el Artículo 2.3.3, los coeficientes parciales de seguridad:

- a) $\gamma_{M0} = 1,05$ coeficiente parcial de seguridad relativo a la plastificación del material
- b) $\gamma_{M1} = 1,05$ coeficiente parcial de seguridad relativo a los fenómenos de inestabilidad
- c) $\gamma_{M2} = 1,25$ coeficiente parcial de seguridad relativo a la resistencia última del material o sección, y a la resistencia de los medios de unión
- d) $\gamma_{M3} = 1,1$ coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Servicio.
 $\gamma_{M3} = 1,25$ coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados en Estado Límite de Último.
 $\gamma_{M3} = 1,4$ coeficiente parcial para la resistencia al deslizamiento de uniones con tornillos pretensados y agujeros rasgados o con sobremedida.

PÓRTICO HASTIAL ZONA TALLER

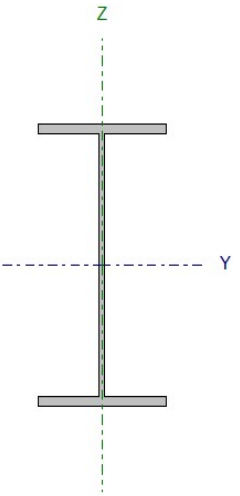


Pórtico hastial que sirve como cerramiento de la zona de taller, formado por pilares IPE 300 y dinteles IPE 300.

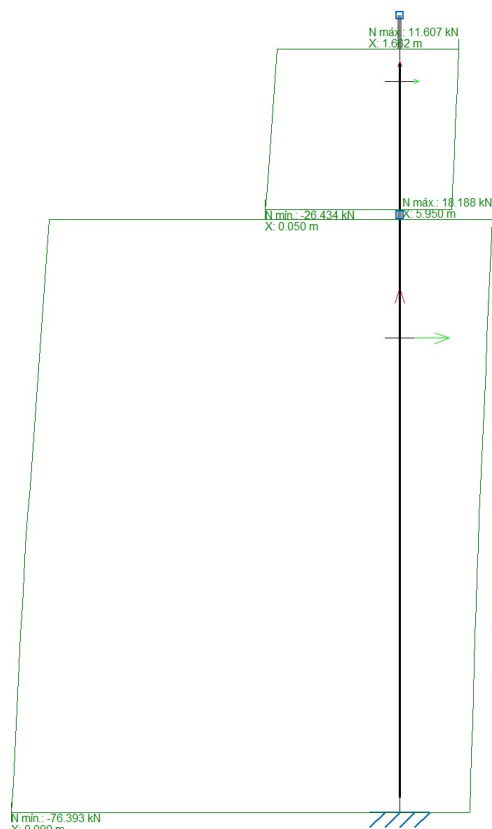
Uniones de nudos rígidos, exceptuando las de los pilares intermedios con las jácenas.

Se va a realizar la comprobación de las barras nombradas en la figura, dado que es un pórtico simétrico, basta con calcular la mitad del mismo donde se hallan los esfuerzos solicitantes de mayor valor.

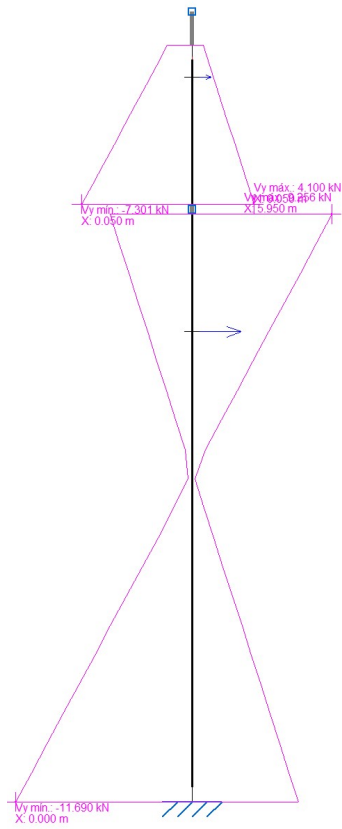
PILAR N1-N2

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N1 | N2 | 8.0 | 5380 | 2567 | 83.60 | 557 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 125 | 6.040 | 80.5 | 33.5 |
| | β | 0.22 | 0.2125 | Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 1.8 | 1.6 | | | | |

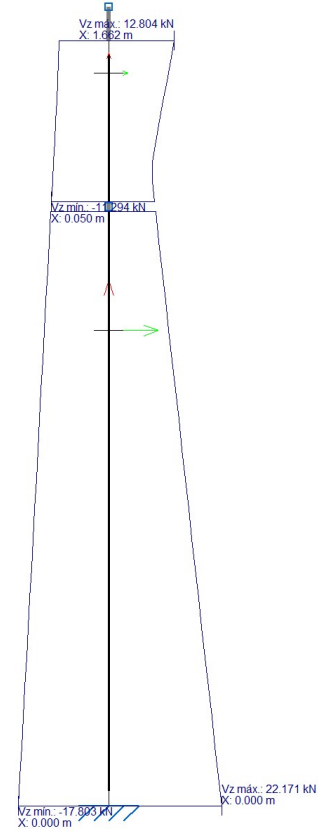
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el pilar. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



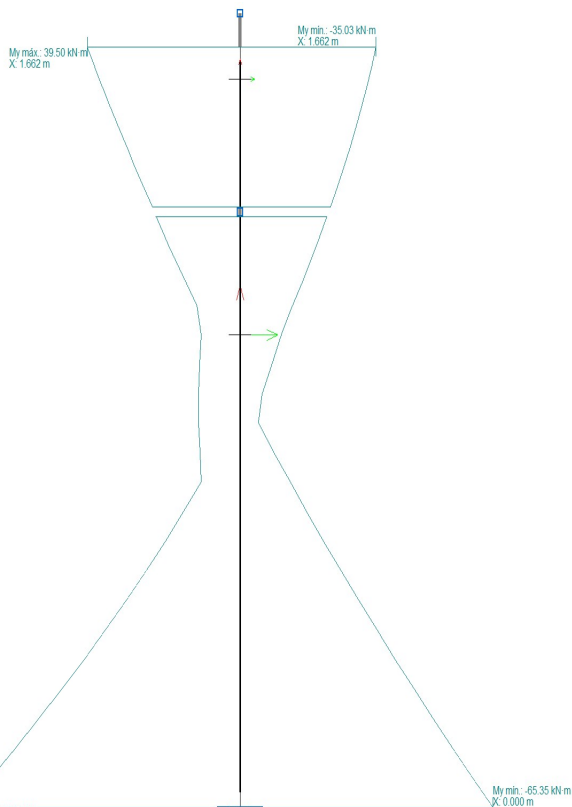
Envolvente de esfuerzo Axial



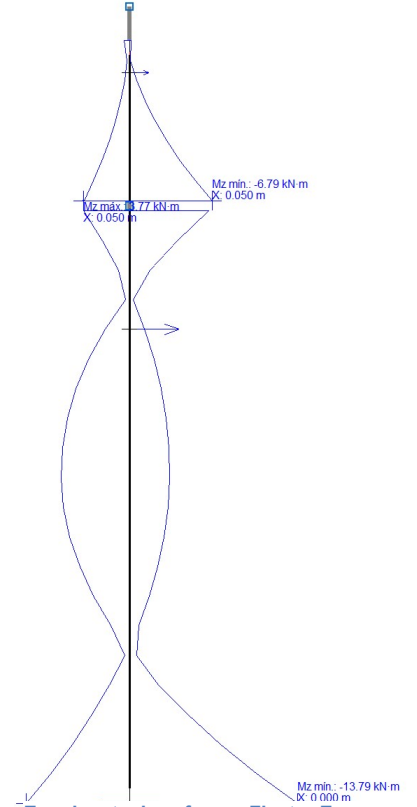
Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 11.762 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 388.15$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 388.15 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 11.762 | < 388.15 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{10.7} = 23.27$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 1.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El pilar entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

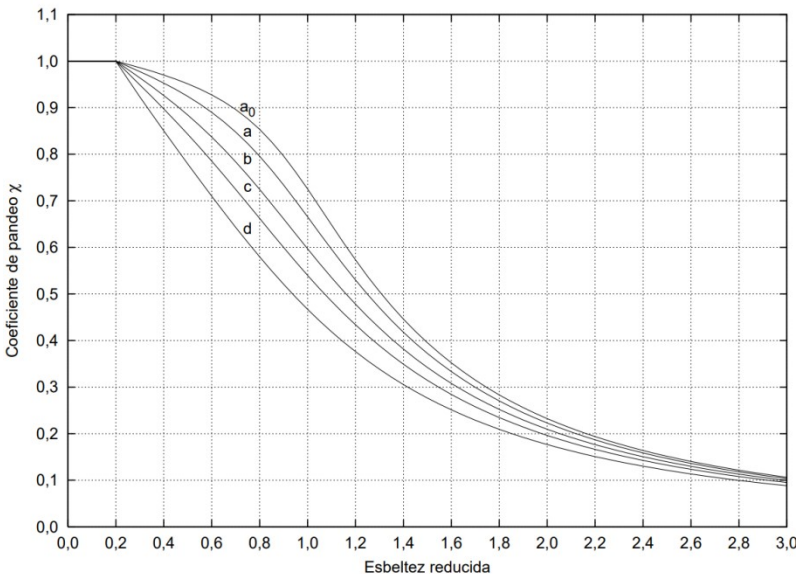
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|--|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 1.6 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.6 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{1600} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 86.6 \cdot 10^6 = 70.11 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|---|--------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 1.8 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.040 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{1800} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.040 \cdot 10^6 = 3.86 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.145$ por lo que $\chi = 1$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.62$ por lo que $\chi = 0.85$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 74.91 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.85 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 1197 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $74.91 < 1197$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 74.91 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409.02 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 628 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 70.89 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 125 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 13.94 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 628000 \cdot 261.90 = 164.57 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 125000 \cdot 261.90 = 32.79 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{74.91}{1409.01} + \frac{70.89}{164.57} + \frac{13.94}{32.79} < 1$$

$$0.911 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_y = 1 + (0.145 - 0.2) \frac{74.91}{1 \cdot 1197} = 1$ | Coefficiente de interacción para eje y |

| | |
|---|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_z = 1 + (2 \cdot 0.62 - 0.6) \frac{74.91}{1 \cdot 1197} = 0.98$ | Coefficiente de interacción para eje z |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{74.91}{1 \cdot 1197} + 1 \cdot \frac{1 \cdot 71.25}{1 \cdot 164.57} + 0.6 \cdot 0.98 \cdot \frac{1 \cdot 13.94}{32.79} = 0.7513$ | |
| 0.75 < 1 | CUMPLE |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{74.91}{0.85 \cdot 1197} + 0.6 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 70.89}{1 \cdot 164.57} + 0.98 \cdot \frac{1 \cdot 13.94}{32.79} = 0.755$ | |
| 0.755 < 1 | CUMPLE |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

En este caso, no es necesaria la comprobación ya que, según el punto 3 del artículo 6.3.3.1 General:

- 3 No será necesaria la comprobación a pandeo lateral cuando el ala comprimida se arriostra de forma continua o bien de forma puntual a distancias menores de 40 veces el radio de giro mínimo. No obstante, en estos casos se deberá asegurar una rigidez y una resistencia adecuadas de los apoyos laterales.

Radio de giro del cordón comprimido ($i_{fc,z}$)

$$i_{fc,z} = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{150}{\sqrt{12}} = 43.3$$

El pilar se encuentra arriostrado por las correas laterales cada 1600 mm.

$$40 \cdot i_{fc,z} > 1600$$

$$1732 > 1600$$

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

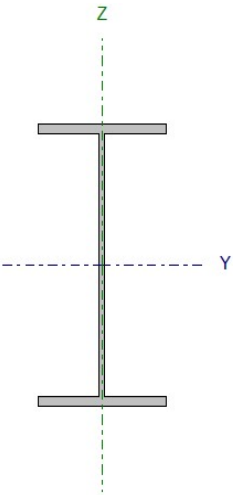
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

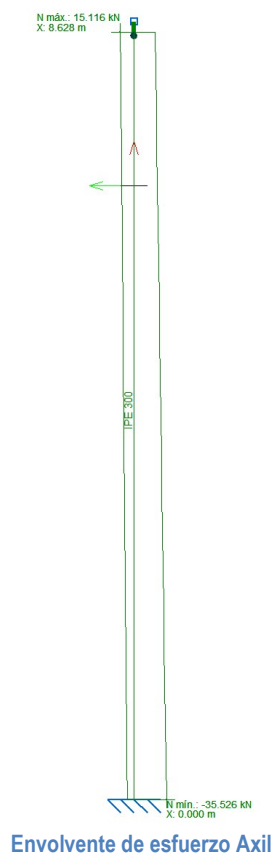
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

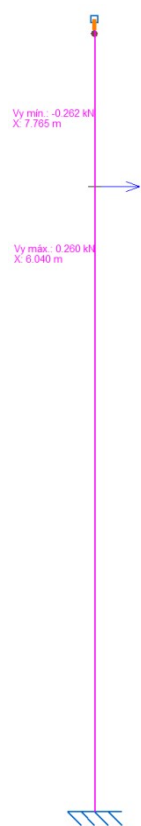
$$35 < 64.4$$

PILAR N104-N105

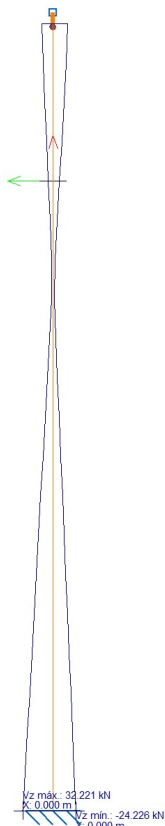
|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N104 | N105 | 8.75 | 5380 | 2567 | 83.60 | 557 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 125 | 6.040 | 80.5 | 33.5 |
| | β | 0.18 | 0.8 | Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 1.6 | 7 | | | | |

A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el pilar. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.

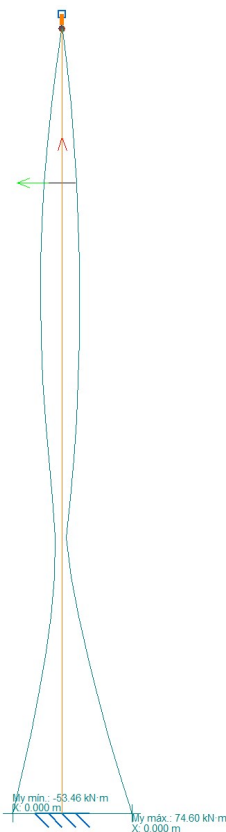




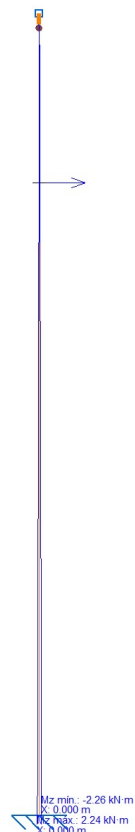
Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 32.22 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 388.15$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 388.15 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 32.22 | < 388.15 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{10.7} = 23.27$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 1.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

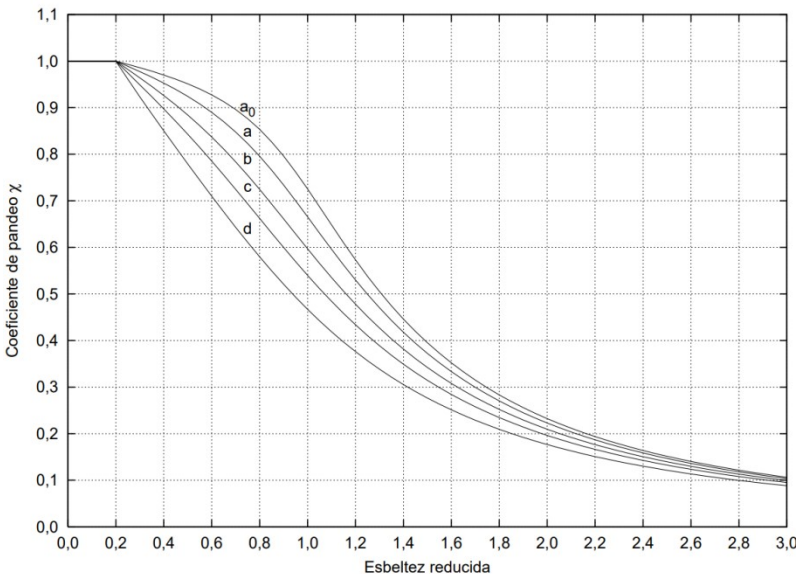
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 7 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.6 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{7000} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 86.6 \cdot 10^6 = 3.66 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|---|--------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 1.6 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.040 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{1600} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.04 \cdot 10^6 = 4.89 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.63$ por lo que $\chi = 0.82$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.55$ por lo que $\chi = 0.80$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 35.53 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.80 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 1141 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $35.53 < 1141$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 21.8 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409.02 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 628 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 70.39 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 125 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 2.13 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 628000 \cdot 261.90 = 164.57 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 125000 \cdot 261.90 = 32.79 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{21.8}{1409.01} + \frac{70.39}{164.57} + \frac{2.13}{32.79} < 1$$

$$0.509 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Cla- se | Tipo de sec- ción | k_y | k_z | k_{yLT} |
|------------|-------------------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| | I, H, abier- tas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |
| 1 y 2 | | | | |

| | | |
|---|-----|---|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de paneo por torsión |
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.63 - 0.2) \frac{21.8}{0.81 \cdot 1141} = 1$ | | |
| <p>Coefficiente de interacción para eje y</p> | | |
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0.55 - 0.6) \frac{21.8}{0.85 \cdot 1141} = 1.01$ | | |
| <p>Coefficiente de interacción para eje z</p> | | |
| <p>Comprobación para todo tipo de sección</p> $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{21.8}{0.81 \cdot 1409} + 1 \cdot \frac{1 \cdot 70.39}{1 \cdot 164.57} + 0.6 \cdot 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 2.13}{32.79} = 0.486$ <p>0.486 < 1 CUMPLE</p> | | |
| <p>Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión</p> $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{21.8}{0.85 \cdot 1409} + 0.6 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 70.39}{1 \cdot 164.57} + 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 2.13}{32.79} = 0.34$ <p>0.34 < 1 CUMPLE</p> | | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

En este caso, no es necesaria la comprobación ya que, según el punto 3 del artículo 6.3.3.1 General:

- 3 No será necesaria la comprobación a pandeo lateral cuando el ala comprimida se arriostra de forma continua o bien de forma puntual a distancias menores de 40 veces el radio de giro mínimo. No obstante, en estos casos se deberá asegurar una rigidez y una resistencia adecuadas de los apoyos laterales.

Radio de giro del cordón comprimido ($i_{fc,z}$)

$$i_{fc,z} = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{150}{\sqrt{12}} = 43.3$$

El pilar se encuentra arriostrado por las correas laterales cada 1600 mm.

$$40 \cdot i_{fc,z} > 1600$$

$$1732 > 1600$$

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

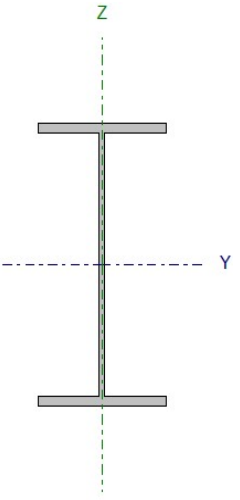
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

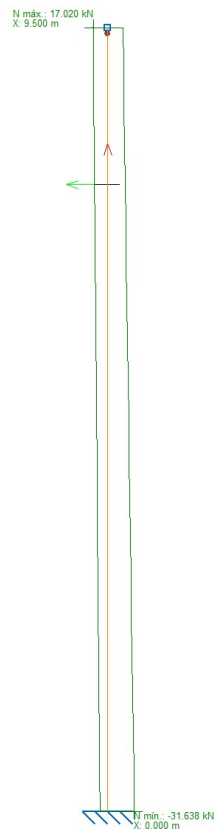
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$35 < 64.4$$

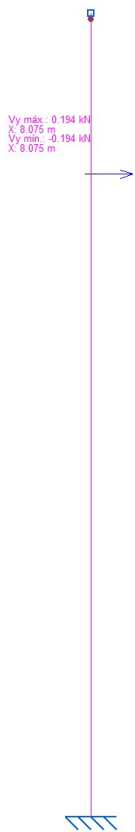
PILAR N5-N106

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N5 | N106 | 9.5 | 5380 | 2567 | 83.60 | 557 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 125 | 6.040 | 80.5 | 33.5 |
| | β | 0.168 | 0.8 | Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 1.6 | 7.6 | | | | |

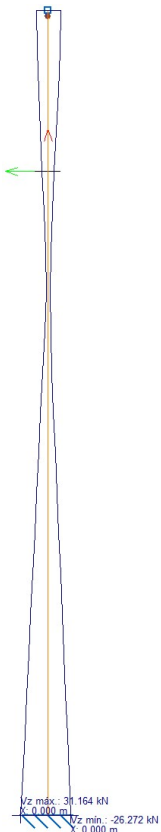
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el pilar. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



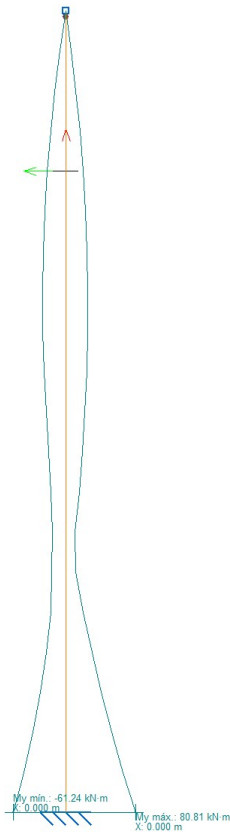
Envolvente de esfuerzo Axil



Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 31.16 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 388.15$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 388.15 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 31.16 | < 388.15 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{10.7} = 23.27$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 1.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El pilar entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

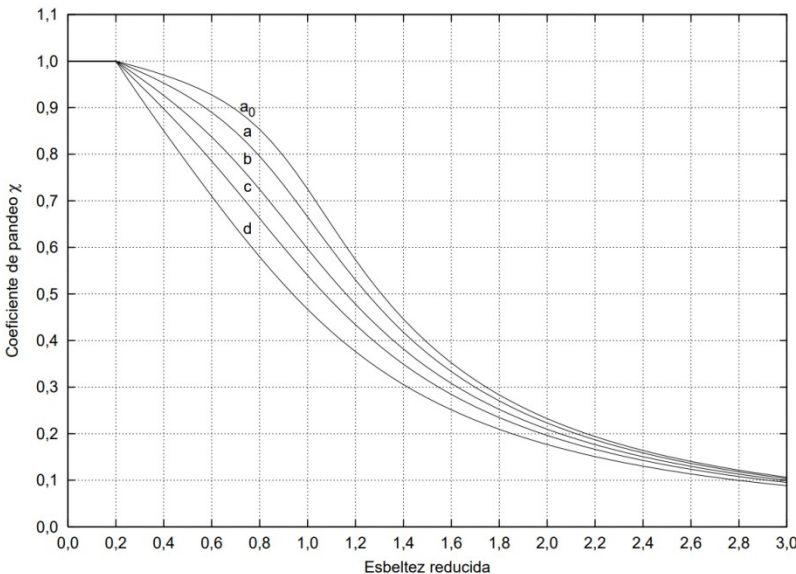
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 7.6 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.6 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{7600} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 86.6 \cdot 10^6 = 2.99 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|--|--------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 1.6 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.040 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{1600} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.04 \cdot 10^6 = 4.89 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.70$ por lo que $\chi = 0.784$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.55$ por lo que $\chi = 0.81$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 31.64 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.784 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 1104 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $31.64 < 1104$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{zEd} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 13.13 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409.02 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 628 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 80.81 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 125 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 1.13 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 628000 \cdot 261.90 = 164.57 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 125000 \cdot 261.90 = 32.79 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{13.13}{1409.01} + \frac{80.81}{164.57} + \frac{1.13}{32.79} < 1$$

$$0.535 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | | |
|---|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.7 - 0.2) \frac{13.13}{0.784 \cdot 1104} = 1$ | | Coefficiente de interacción para eje y |
|---|--|--|

| | | |
|--|--|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0.55 - 0.6) \frac{13.13}{0.81 \cdot 1104} = 1$ | | Coefficiente de interacción para eje z |
|--|--|--|

| | |
|--|--|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{13.13}{0.784 \cdot 1409} + 1 \cdot \frac{1 \cdot 80.81}{1 \cdot 164.57} + 0.6 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 1.13}{32.79} = 0.738$ $0.526 < 1$ <div>CUMPLE</div> | |

| | |
|---|--|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{13.13}{0.81 \cdot 1409} + 0.6 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 80.81}{1 \cdot 164.57} + 1 \cdot \frac{1 \cdot 1.13}{32.79} = 0.733$ $0.342 < 1$ <div>CUMPLE</div> | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

En este caso, no es necesaria la comprobación ya que, según el punto 3 del artículo 6.3.3.1 General:

- 3 No será necesaria la comprobación a pandeo lateral cuando el ala comprimida se arriostra de forma continua o bien de forma puntual a distancias menores de 40 veces el radio de giro mínimo. No obstante, en estos casos se deberá asegurar una rigidez y una resistencia adecuadas de los apoyos laterales.

Radio de giro del cordón comprimido ($i_{fc,z}$)

$$i_{fc,z} = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{150}{\sqrt{12}} = 43.3$$

El pilar se encuentra arriostrado por las correas laterales cada 1600 mm.

$$40 \cdot i_{fc,z} > 1600$$

$$1732 > 1600$$

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

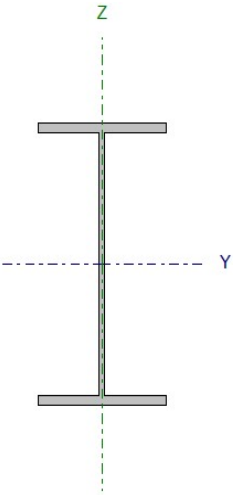
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

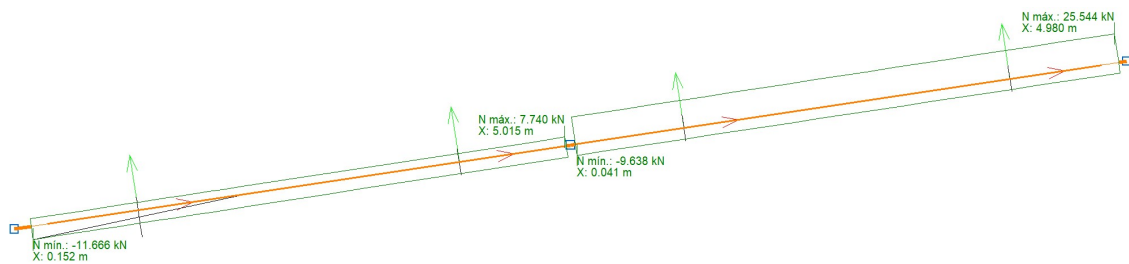
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$35 < 64.4$$

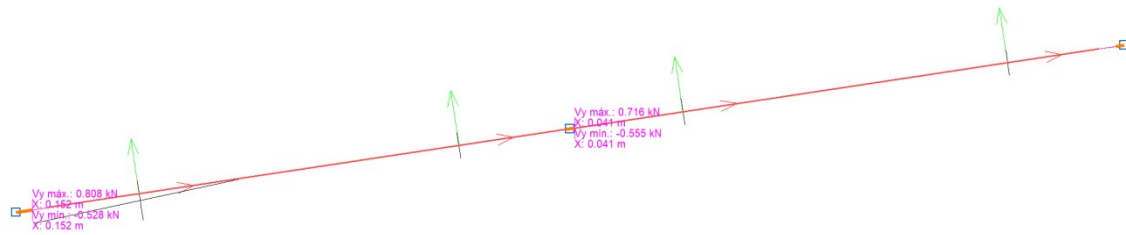
DINTEL N2-N5

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N2 | N5 | 10.11 | 5380 | 2567 | 83.60 | 557 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 125 | 6.040 | 80.5 | 33.5 |
| | β | 0.2 | 1 | Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 2.02 | 10.11 | | | | |

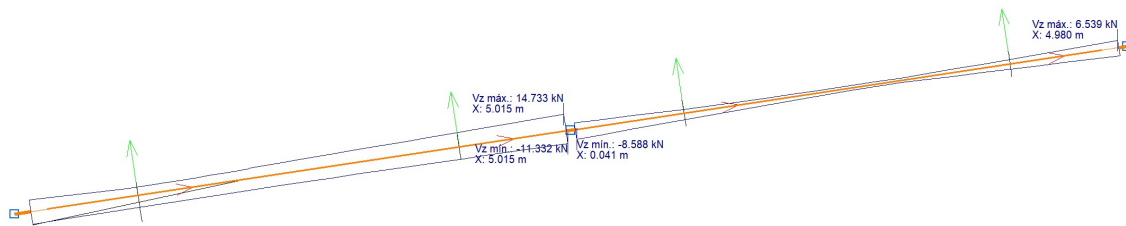
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el dintel. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



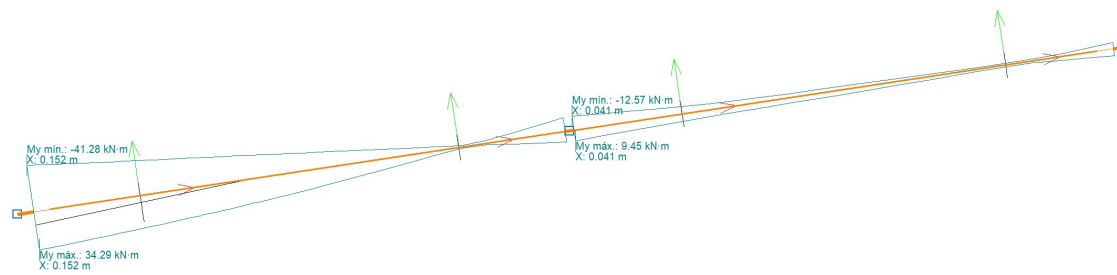
Envolvente de esfuerzo Axil



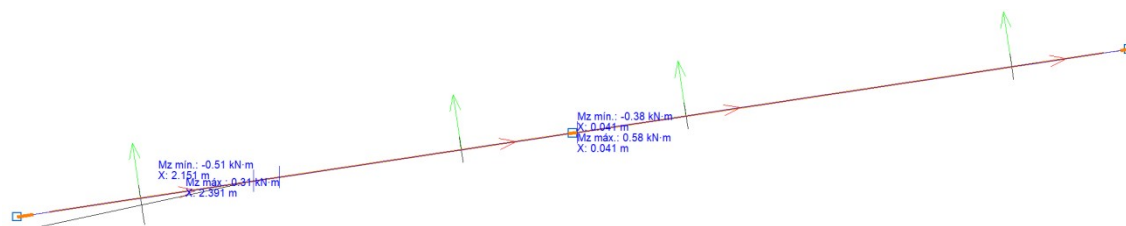
Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|--|--------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 14.73 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 338$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 338 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < | $V_{pl,Rd}$ | |
| 14.73 | < | 338 | CUMPLE |

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el dintel, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{7.1} = 35$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Dintel bajo compresión. Por tanto, clase 2.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

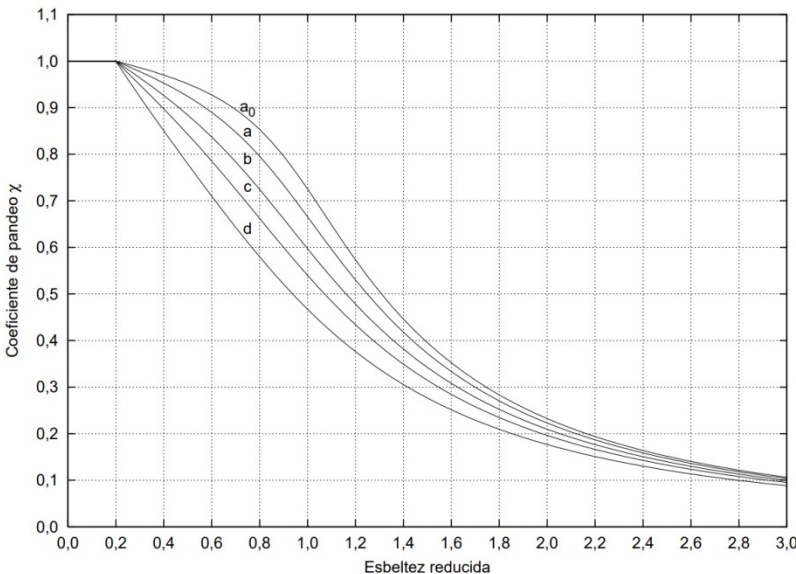
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 10.11 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.6 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{10.110} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 83.6 \cdot 10^6 = 1.69 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|--|-------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 2.02 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.04 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{2020} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.04 \cdot 10^6 = 3.06 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje z | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.93$ por lo que $\chi = 0.635$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1) Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.7$ por lo que $\chi = 0.725$ | | | |
|  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> | | | |
| En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1 | | | |
| N_{Ed} | 11.6 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable $N_{b,Rd} = 0.635 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 894 \text{ kN}$ Resistencia de cálculo a pandeo $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $11.6 < 894$ CUMPLE | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 538 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 11.6 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 557 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 21.71 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 80.5 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.51 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 557000 \cdot 261.90 = 146 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 80500 \cdot 261.90 = 21 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{11.6}{1409} + \frac{21.71}{146} + \frac{0.51}{21} < 1$$

$$0.18 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 2 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_y = 1 + (0.94 - 0.2) \frac{11.6}{0.635 \cdot 894} = 1.01$ | Coefficiente de interacción para eje y |

| | |
|---|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_z = 1 + (2 \cdot 0.7 - 0.6) \frac{11.6}{0.725 \cdot 894} = 1.01$ | Coefficiente de interacción para eje z |

| | |
|---|-------------------|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{11.6}{0.635 \cdot 1409} + 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 21.71}{1 \cdot 146} + 0.6 \cdot 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 0.51}{21} = 0.314$ | |
| 0.18 | < 1 CUMPLE |

| | |
|---|-------------------|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{11.6}{0.725 \cdot 1409} + 0.6 \cdot 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 21.71}{1 \cdot 146} + 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 0.51}{21} = 0.22$ | |
| 0.13 | < 1 CUMPLE |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTV} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTV} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

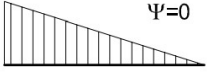
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|--|--------|--------|---|
| $W_{pl,y}$ | 628 | cm^3 | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 604 | cm^4 | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 20 | cm^4 | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 2.02 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{2020} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 604 \cdot 20} = 419 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 43.3 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 557 | cm^3 | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTw} = 557 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{2020^2} \cdot 1.88 \cdot 43.3^2 = 997 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{419^2 + 997^2} = 1081 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{557 \cdot 275}{1081}} = 0.02$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.02$, $\chi_{LT} = 1$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

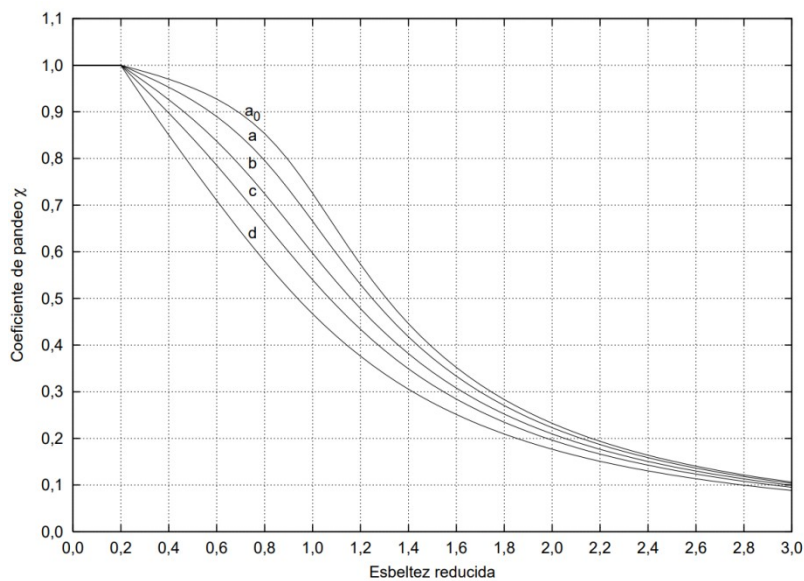


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 21.71 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 1 \cdot 557 \cdot 261.90 = 145 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$21.71 < 145$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

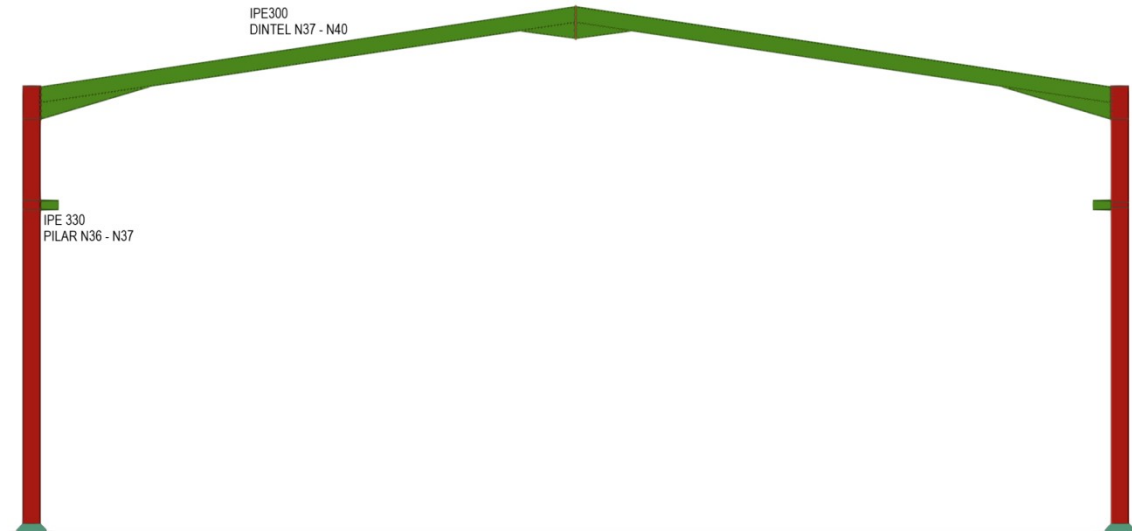
$$\frac{d}{t} = \frac{190}{6.2} = 30.64$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$30.64 < 64.4$$

PÓRTICO ZONA PUENTE GRÚA

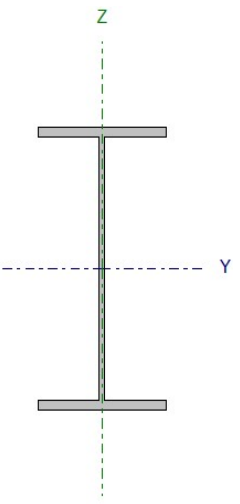


Pórtico tipo de la zona de taller, donde se encuentra instalado el puente grúa, formado por pilares IPE 330 y dinteles IPE 300, con cartelas inferiores de 2 metros de longitud en la unión del pilar con el dintel, y en la unión entre dinteles.

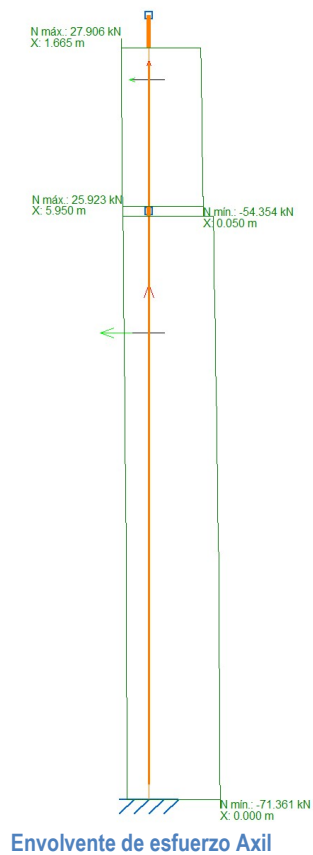
Uniones de nudos rígidos, exceptuando las de los pilares intermedios con las jácenas.

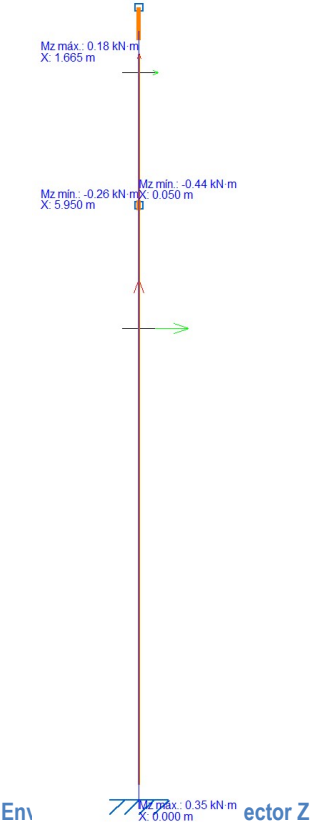
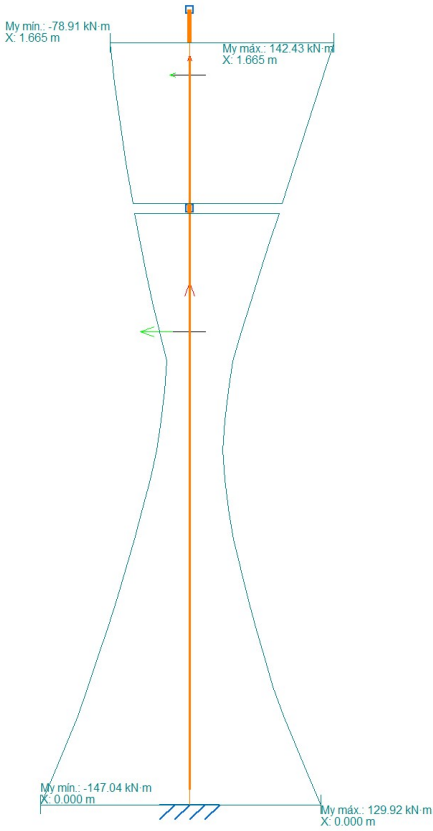
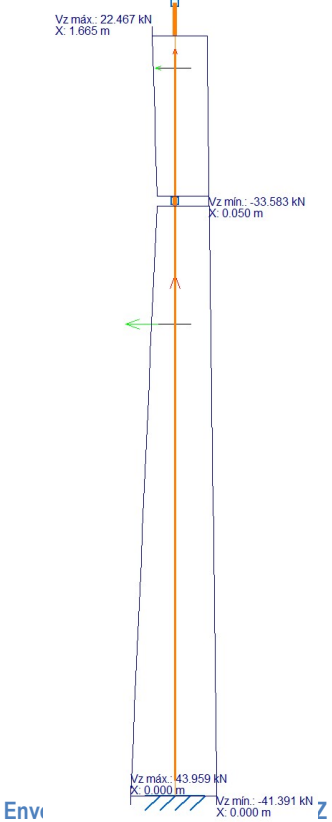
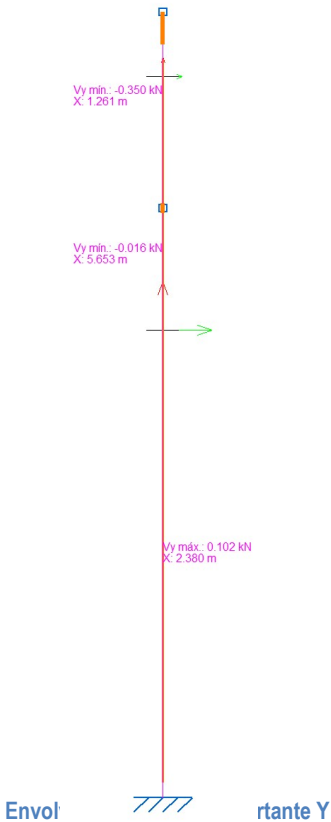
Se va a realizar la comprobación de las barras nombradas en la figura, dado que es un pórtico simétrico, basta con calcular la mitad del mismo donde se hallan los esfuerzos solicitantes de mayor valor.

PILAR N36-N37

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N36 | N37 | 8.0 | 6260 | 3080 | 117.70 | 713 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 137 | 7.880 | 98.5 | 35.5 |
| | β | 0.2 | 1.20 | Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 1.6 | 9.6 | | | | |

A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el pilar. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.





Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 3080 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 43.96 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 3080 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 465.77$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 465.77 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 43.96 | < 465.77 | | |
| CUMPLE | | | |

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|----------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{271}{7.5} = 36.13$$

$$42\varepsilon = 38.64$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 3.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El pilar entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

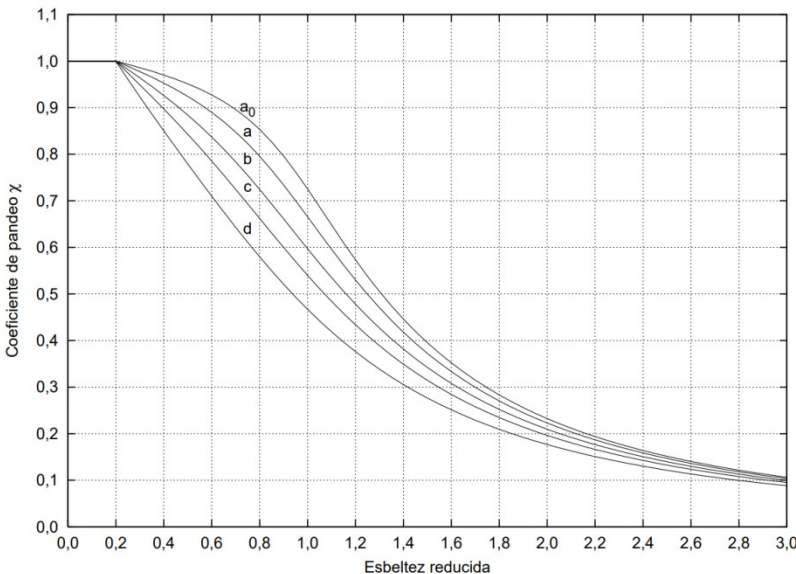
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|---------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 6260 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 9.6 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $117.70 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{9600} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 117.70 \cdot 10^6 = 2.64 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|---|-------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 1.6 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $7.88 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{1600} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 7.88 \cdot 10^6 = 6.37 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.80$ por lo que $\chi = 0.724$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.52$ por lo que $\chi = 0.832$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 71.36 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.724 \cdot 6260 \cdot 261.90 = 1187 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $71.36 < 1187$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|---|---------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 71.36 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 6260 \cdot 261.90 = 1639.52 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 713 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 147.104 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 98.5 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.02 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 713000 \cdot 261.90 = 186.73 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 98500 \cdot 261.90 = 25.79 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{71.36}{1639.52} + \frac{147.1}{186.73} + \frac{0.02}{25.79} < 1$$

$$0.83 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Cla- se | Tipo de sec- ción | k_y | k_z | k_{yLT} |
|------------|-------------------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| | I, H, abier- tas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |
| 1 y 2 | | | | |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_y = 1 + (0.8 - 0.2) \frac{71.36}{0.724 \cdot 1187} = 1.05$ | Coefficiente de interacción para eje y |

| | |
|---|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_z = 1 + (2 \cdot 0.52 - 0.6) \frac{71.36}{0.832 \cdot 1187} = 1.03$ | Coefficiente de interacción para eje z |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{71.36}{0.724 \cdot 1639.52} + 1.05 \cdot \frac{1 \cdot 147.1}{1 \cdot 186.73} + 0.6 \cdot 1.03 \cdot \frac{1 \cdot 0.02}{25.79} = 0.89$ | |
| 0.89 < 1 | CUMPLE |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{71.36}{0.832 \cdot 1639.52} + 0.6 \cdot 1.05 \cdot \frac{1 \cdot 147.1}{1 \cdot 186.73} + 1.03 \cdot \frac{1 \cdot 0.02}{25.79} = 0.55$ | |
| 0.55 < 1 | CUMPLE |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

En este caso, no es necesaria la comprobación ya que, según el punto 3 del artículo 6.3.3.1 General:

- 3 No será necesaria la comprobación a pandeo lateral cuando el ala comprimida se arriostra de forma continua o bien de forma puntual a distancias menores de 40 veces el radio de giro mínimo. No obstante, en estos casos se deberá asegurar una rigidez y una resistencia adecuadas de los apoyos laterales.

Radio de giro del cordón comprimido ($i_{fc,z}$)

$$i_{fc,z} = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{160}{\sqrt{12}} = 46.2$$

El pilar se encuentra arriostrado por las correas laterales cada 1600 mm.

$$40 \cdot i_{fc,z} > 1600$$

$$1847 > 1600$$

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

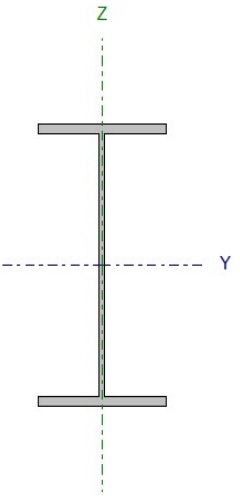
$$\frac{d}{t} = \frac{271}{7.5} = 36.2$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

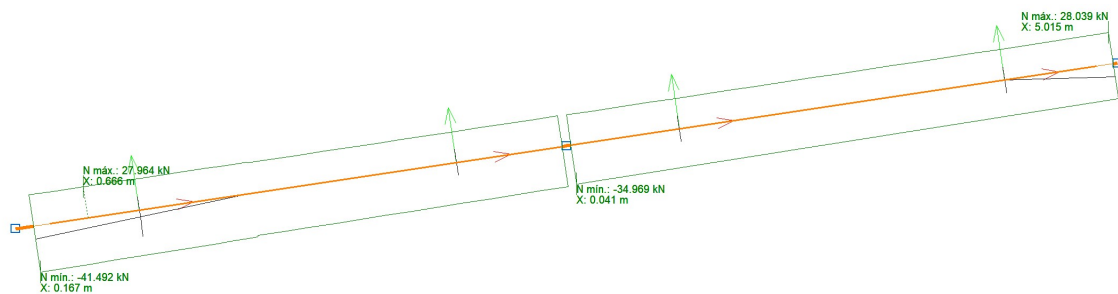
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$36.2 < 64.4$$

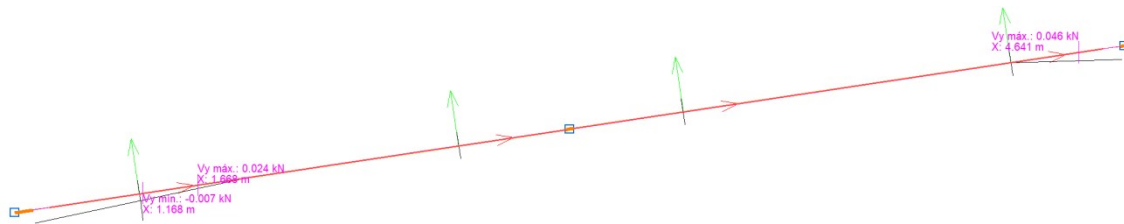
DINTEL N37-N40

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N37 | N40 | 10.11 | 5380 | 2567 | 83.60 | 557 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 125 | 6.040 | 80.5 | 33.5 |
| | β | 0.2 | 1 | Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 2.02 | 10.11 | | | | |

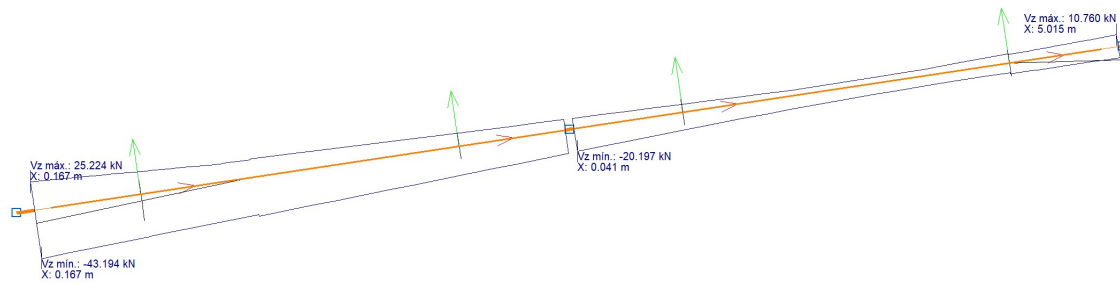
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el dintel. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



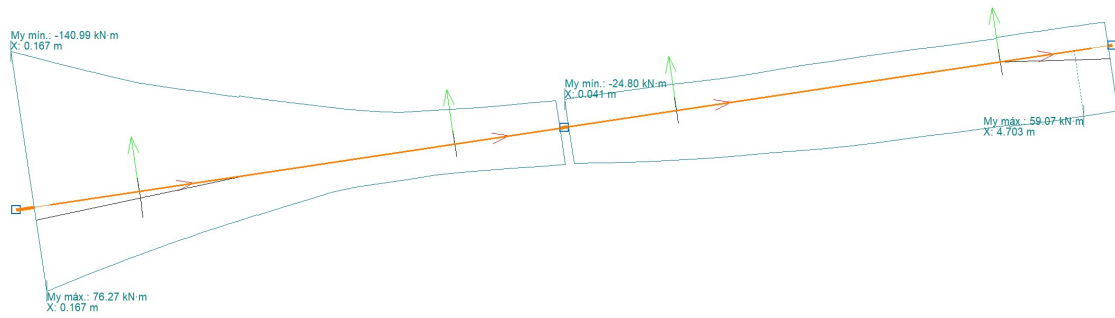
Envolvente de esfuerzo Axil



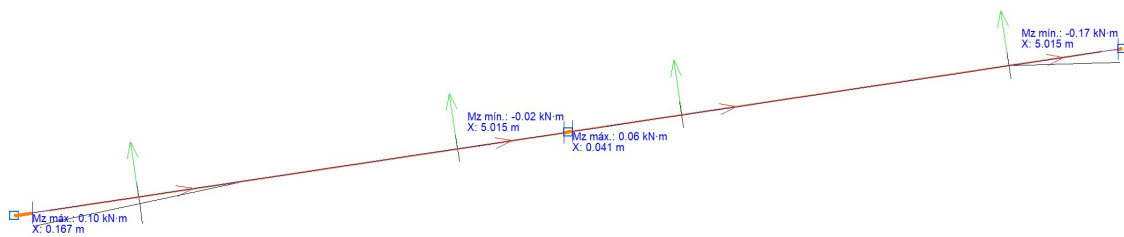
Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|--|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 37.97 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 338$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 338 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 37.97 | < 338 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el dintel, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{7.1} = 35$$

$$33\varepsilon = 35$$

Dintel bajo compresión. Por tanto, clase 2.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

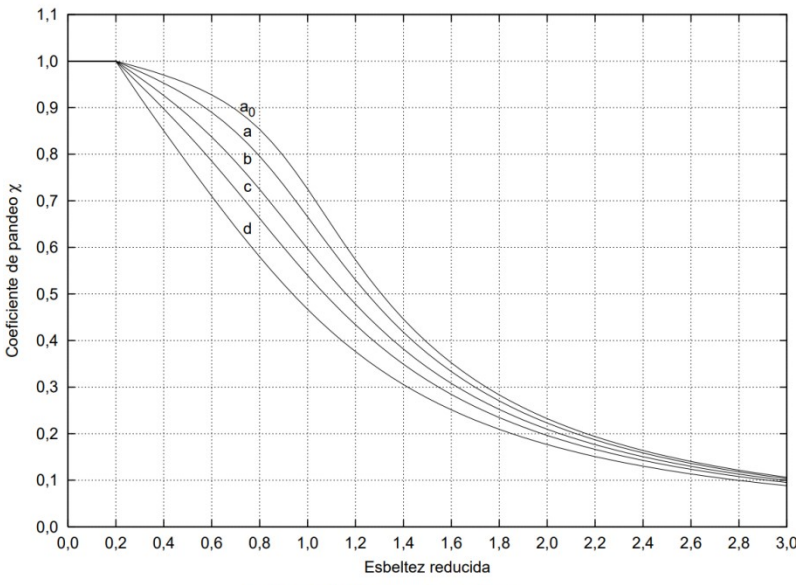
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 10.11 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.6 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{10.110} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 83.6 \cdot 10^6 = 1.69 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|--|-------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 2.02 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.04 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{2020} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.04 \cdot 10^6 = 3.06 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.93$ por lo que $\chi = 0.635$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.7$ por lo que $\chi = 0.725$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 39.35 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.635 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 894 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $39.35 < 704$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 39.35 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 557 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 71.02 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 80.5 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.01 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 557000 \cdot 261.90 = 146 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 80500 \cdot 261.90 = 21 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{39.35}{1409} + \frac{71.02}{146} + \frac{0.01}{21} < 1$$

$$0.52 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 2 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | | |
|---|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.94 - 0.2) \frac{11.6}{0.635 \cdot 894} = 1.01$ | | Coefficiente de interacción para eje y |
|---|--|--|

| | | |
|---|--|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0.7 - 0.6) \frac{11.6}{0.725 \cdot 894} = 1.01$ | | Coefficiente de interacción para eje z |
|---|--|--|

| | |
|--|--|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{36.35}{0.635 \cdot 1409} + 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 71.02}{1 \cdot 146} + 0.6 \cdot 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 0.01}{21} = 0.54$ $0.54 < 1$ <div>CUMPLE</div> | |

| | |
|--|--|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{36.35}{0.725 \cdot 1409} + 0.6 \cdot 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 71.02}{1 \cdot 146} + 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 0.01}{21} = 0.33$ $0.33 < 1$ <div>CUMPLE</div> | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTv} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTv} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTv} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

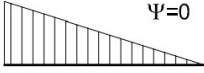
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|--|--------|--------|---|
| $W_{pl,y}$ | 628 | cm^3 | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 604 | cm^4 | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 20 | cm^4 | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 2.02 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{2020} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 604 \cdot 20} = 419 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 43.3 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 557 | cm^3 | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTW} = 557 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{2020^2} \cdot 1.88 \cdot 43.3^2 = 997 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{419^2 + 997^2} = 1081 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{557 \cdot 275}{1081}} = 0.02$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.02$, $\chi_{LT} = 1$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

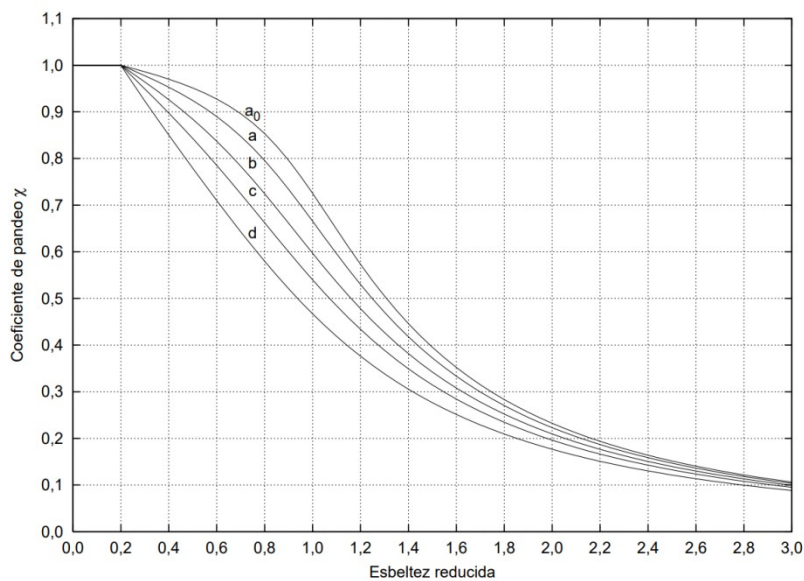


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 71.02 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 1 \cdot 557 \cdot 261.90 = 145 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$71.02 < 145$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

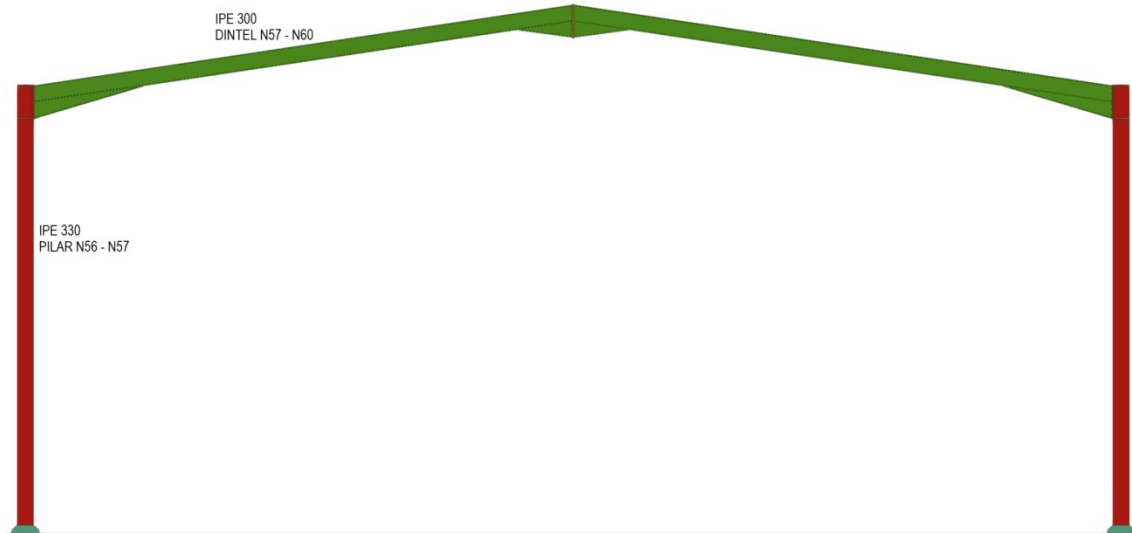
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$35 < 64.4$$

PÓRTICO ZONA ALMACÉN

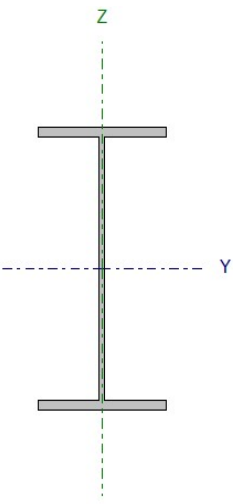


Pórtico tipo de la zona de almacén, donde no hay instalado un puente grúa, formado por pilares IPE 330 y dinteles IPE 300, con cartelas inferiores de 2 metros de longitud en la unión del pilar con el dintel, y en la unión entre dinteles.

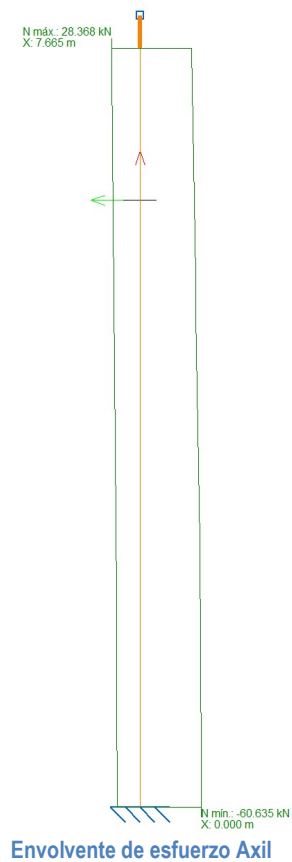
Uniones de nudos rígidos, exceptuando las de los pilares intermedios con las jácenas.

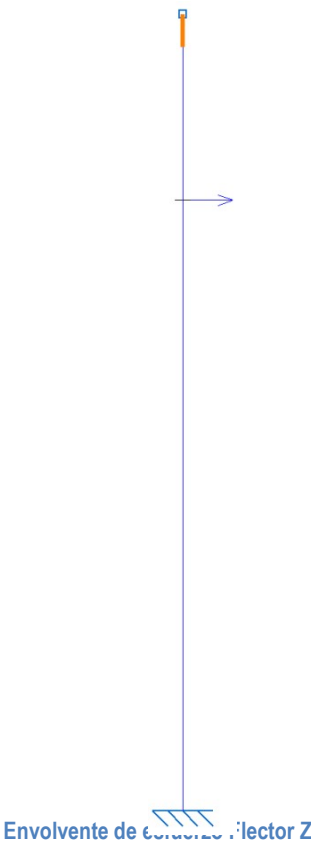
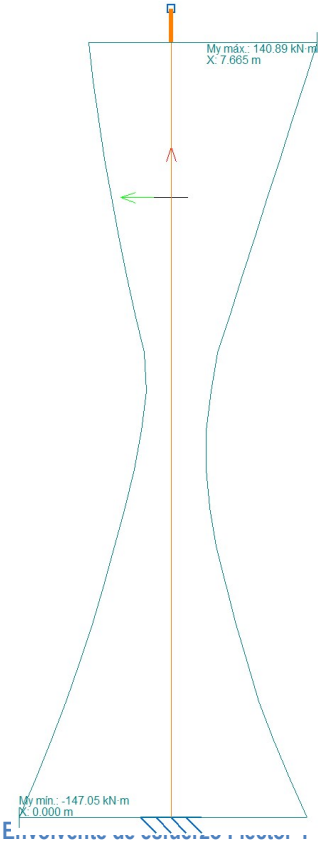
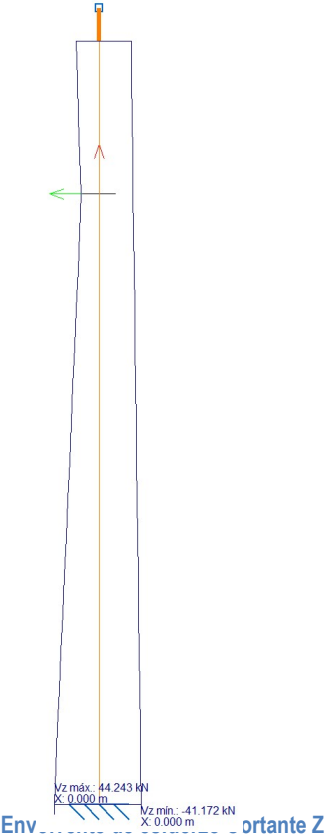
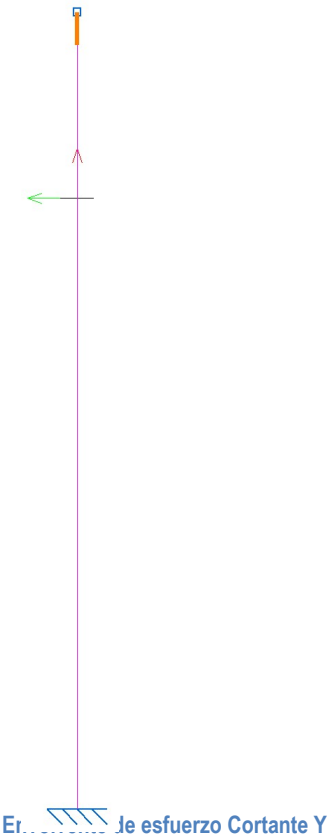
Se va a realizar la comprobación de las barras nombradas en la figura, dado que es un pórtico simétrico, basta con calcular la mitad del mismo donde se hallan los esfuerzos solicitantes de mayor valor.

PILAR N56-N57

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N56 | N57 | 8.0 | 6260 | 3080 | 117.70 | 713 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 137 | 7.880 | 98.5 | 35.5 |
| | β | 0.2 | 1.20 | Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 1.6 | 9.6 | | | | |

A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el pilar. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.





Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

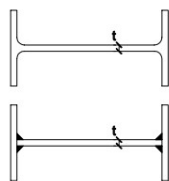
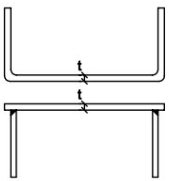
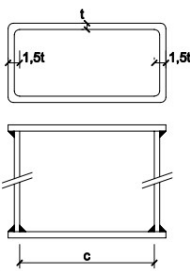
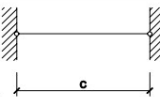

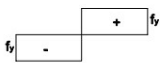

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 3080 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 44.24 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 3080 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 465.77$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 465.77 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 44.24 | < 465.77 | | |
| CUMPLE | | | |

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|---|---|--|---------|---------|
|  |  |  | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - |  | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión |  | 33ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple |  | 72 ε | 83 ε | |
| |  | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{271}{7.5} = 36.13$$

$$42\varepsilon = 38.64$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 3.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El pilar entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

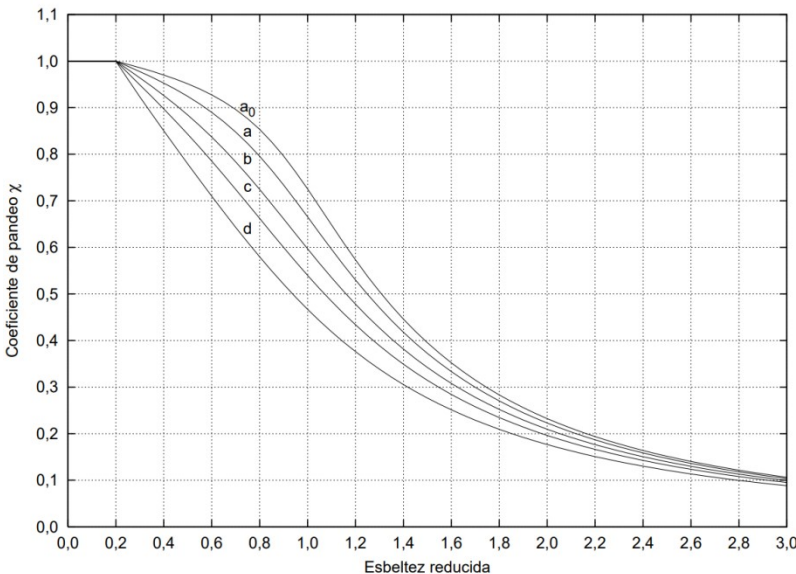
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|---------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 6260 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 9.6 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $117.70 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{9600} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 117.70 \cdot 10^6 = 2.64 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|---|-------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 1.6 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $7.88 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{1600} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 7.88 \cdot 10^6 = 6.37 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.80$ por lo que $\chi = 0.724$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.52$ por lo que $\chi = 0.832$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 60.63 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.724 \cdot 6260 \cdot 261.90 = 1187 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $60.63 < 1187$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|---|---------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 60.63 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 6260 \cdot 261.90 = 1639.52 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 713 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 147.045 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 98.5 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 713000 \cdot 261.90 = 186.73 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 98500 \cdot 261.90 = 25.79 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{60.63}{1639.52} + \frac{147.05}{186.73} + \frac{0}{25.79} < 1$$

$$0.82 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.8 - 0.2) \frac{60.63}{0.724 \cdot 1187} = 1.04$ | Coefficiente de interacción para eje y |
|--|--|

| | |
|---|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0.52 - 0.6) \frac{60.63}{0.832 \cdot 1187} = 1$ | Coefficiente de interacción para eje z |
|---|--|

| | |
|---|--|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{60.63}{0.724 \cdot 1639.52} + 1.04 \cdot \frac{1 \cdot 147.1}{1 \cdot 186.73} + 0.6 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 0}{25.79} = 0.87$ $0.87 < 1$ <div>CUMPLE</div> | |

| | |
|---|--|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{60.63}{0.832 \cdot 1639.52} + 0.6 \cdot 1.04 \cdot \frac{1 \cdot 147.1}{1 \cdot 186.73} + 1 \cdot \frac{1 \cdot 0}{25.79} = 0.54$ $0.54 < 1$ <div>CUMPLE</div> | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

En este caso, no es necesaria la comprobación ya que, según el punto 3 del artículo 6.3.3.1 General:

- 3 No será necesaria la comprobación a pandeo lateral cuando el ala comprimida se arriostra de forma continua o bien de forma puntual a distancias menores de 40 veces el radio de giro mínimo. No obstante, en estos casos se deberá asegurar una rigidez y una resistencia adecuadas de los apoyos laterales.

Radio de giro del cordón comprimido ($i_{fc,z}$)

$$i_{fc,z} = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{160}{\sqrt{12}} = 46.2$$

El pilar se encuentra arriostrado por las correas laterales cada 1600 mm.

$$40 \cdot i_{fc,z} > 1600$$

$$1847 > 1600$$

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

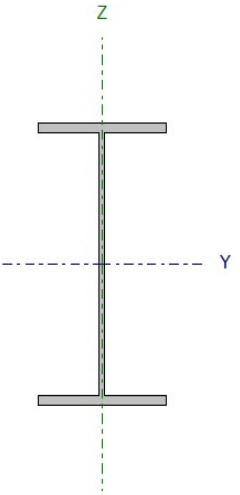
$$\frac{d}{t} = \frac{271}{7.5} = 36.2$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

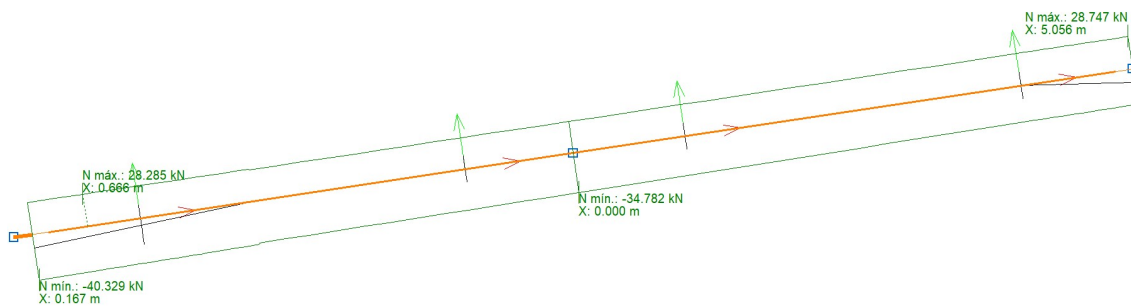
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$36.2 < 64.4$$

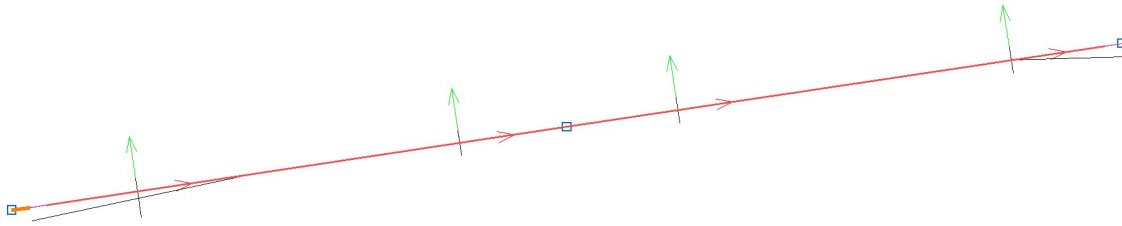
DINTEL N57-N60

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N57 | N60 | 10.11 | 3910 | 1913 | 38.90 | 324 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 99.7 | 2.840 | 47.3 | 26.9 |
| | β | 0.2 | 1 | Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 2.02 | 10.11 | | | | |

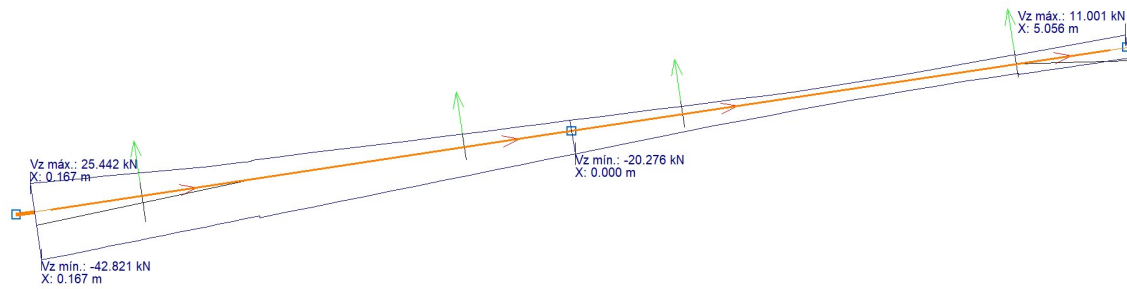
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el dintel. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



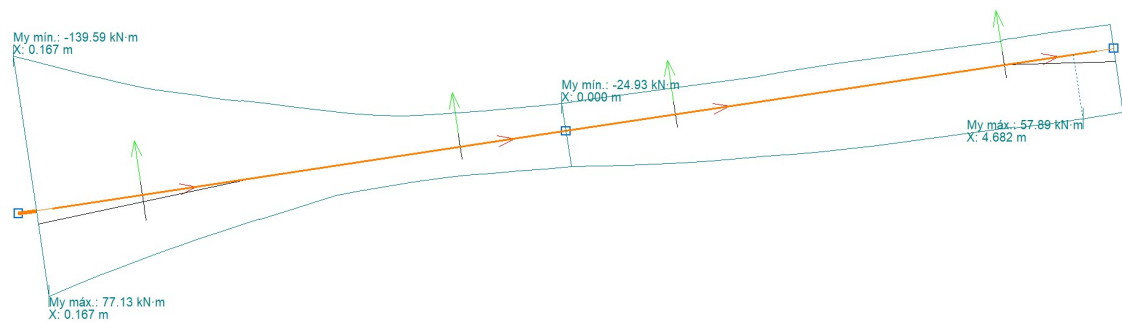
Envolvente de esfuerzo Axil



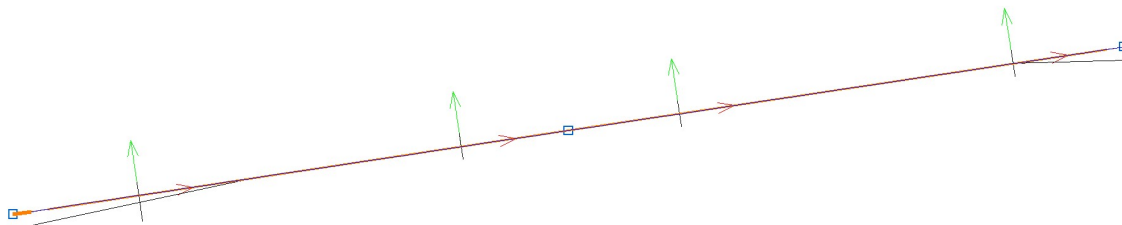
Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|--|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 39.59 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 338$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 338 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 39.59 | < 338 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el dintel, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{7.1} = 35$$

$$33\varepsilon = 35$$

Dintel bajo compresión. Por tanto, clase 2.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

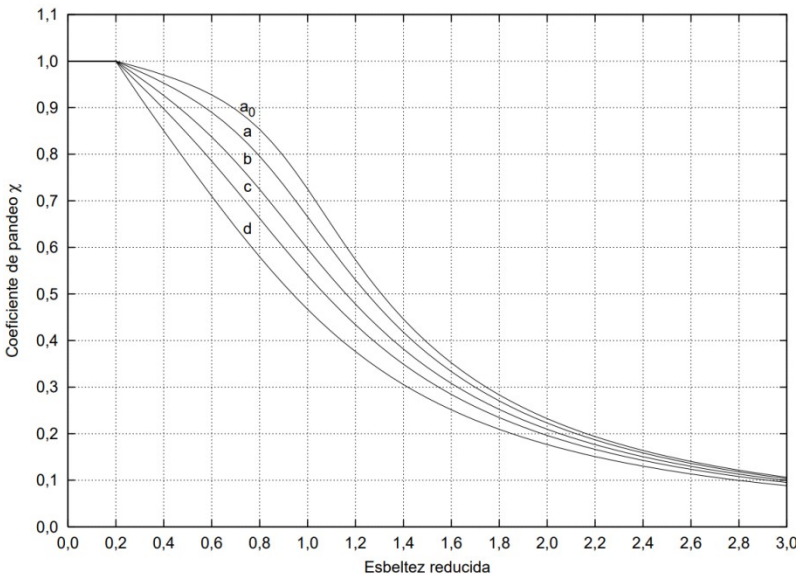
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 10.11 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.6 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{10.110} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 83.6 \cdot 10^6 = 1.69 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|--|-------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 2.02 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.04 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{2020} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.04 \cdot 10^6 = 3.06 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje z | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.93$ por lo que $\chi = 0.635$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1) Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.7$ por lo que $\chi = 0.725$ | | | |
|  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> | | | |
| En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1 | | | |
| N_{Ed} | 38.19 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable $N_{b,Rd} = 0.635 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 894 \text{ kN}$ Resistencia de cálculo a pandeo $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $38.19 < 894$ <p>CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 538 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 11.6 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 557 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 21.71 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 80.5 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.51 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 557000 \cdot 261.90 = 146 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 80500 \cdot 261.90 = 21 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{38.19}{1409} + \frac{70.21}{146} + \frac{0}{21} < 1$$

$$0.51 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A^* | W_y | W_z | α_y | α_z | $e_{N,y}$ | $e_{N,z}$ |
|-------|-------|------------|------------|------------|------------|-----------|-----------|
| 2 | A | $W_{pl,y}$ | $W_{pl,z}$ | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|--|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.94 - 0.2) \frac{11.6}{0.635 \cdot 894} = 1.01$ | | |
| Coeficiente de interacción para eje y | | |
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0.7 - 0.6) \frac{11.6}{0.725 \cdot 894} = 1.01$ | | |
| Coeficiente de interacción para eje z | | |
| Comprobación para todo tipo de sección | | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{38.19}{0.635 \cdot 1409} + 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 70.21}{1 \cdot 146} + 0.6 \cdot 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 0}{21} = 0.314$ $0.53 < 1$ | | |
| CUMPLE | | |
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{38.19}{0.725 \cdot 1409} + 0.6 \cdot 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 70.21}{1 \cdot 146} + 1.01 \cdot \frac{1 \cdot 0}{21} = 0.22$ $0.33 < 1$ | | |
| CUMPLE | | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTV} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTV} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

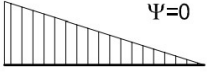
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|--|--------|-----------------|---|
| $W_{pl,y}$ | 628 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 604 | cm ⁴ | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 20 | cm ⁴ | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 2.02 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{2020} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 604 \cdot 20} = 419 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 43.3 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 557 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTw} = 557 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{2020^2} \cdot 1.88 \cdot 43.3^2 = 997 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{419^2 + 997^2} = 1081 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{557 \cdot 275}{1081}} = 0.02$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.02$, $\chi_{LT} = 1$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

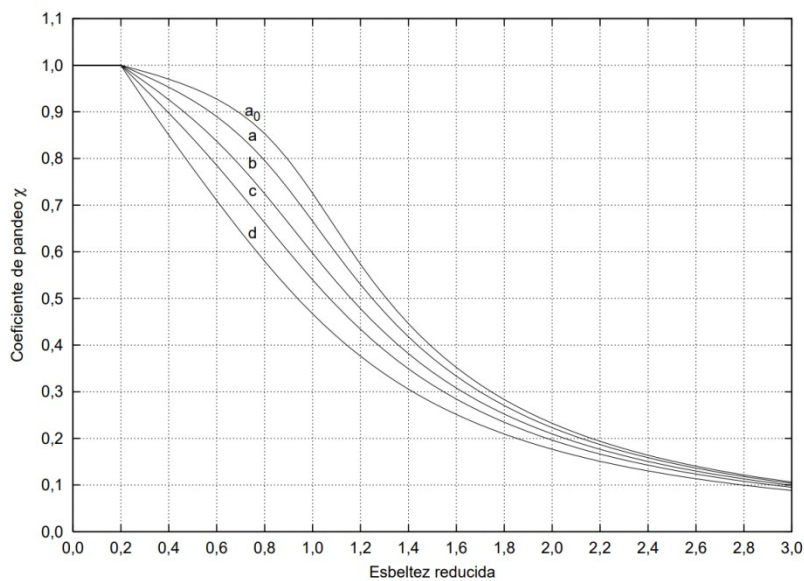


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 70.21 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 1 \cdot 557 \cdot 261.90 = 145 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$70.21 < 145$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

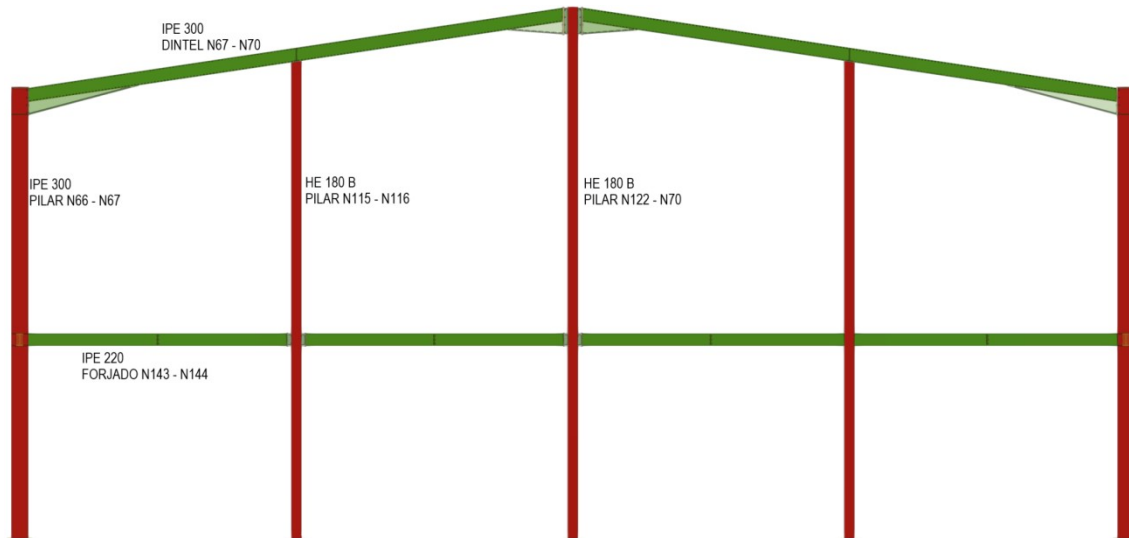
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$35 < 64.4$$

PÓRTICO SEPARADOR DE ZONA TALLER - OFICINAS

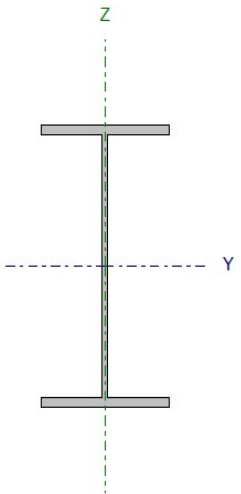
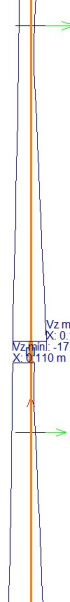


Pórtico intermedio que sirve como cerramiento de la zona de almacén con la zona de oficinas, formado por pilares laterales y dinteles IPE 300, con cartelas inferiores de 2 metros de longitud en la unión del pilar con el dintel, y HE 180 B para los pilares intermedios. Además, contiene un forjado de entreplanta formado por vigas IPE 220.

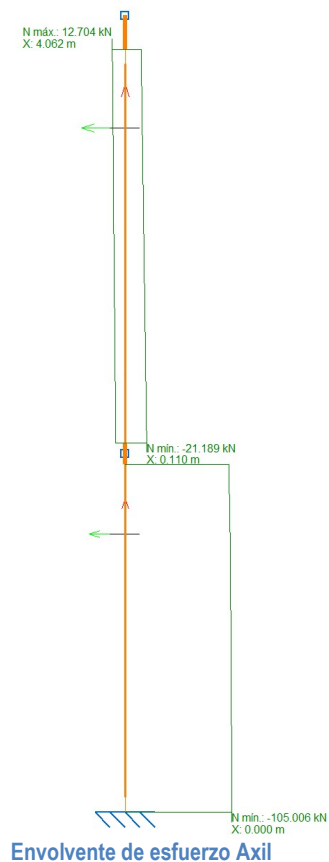
Uniones de nudos rígidos, exceptuando las de los pilares intermedios con las jácenas.

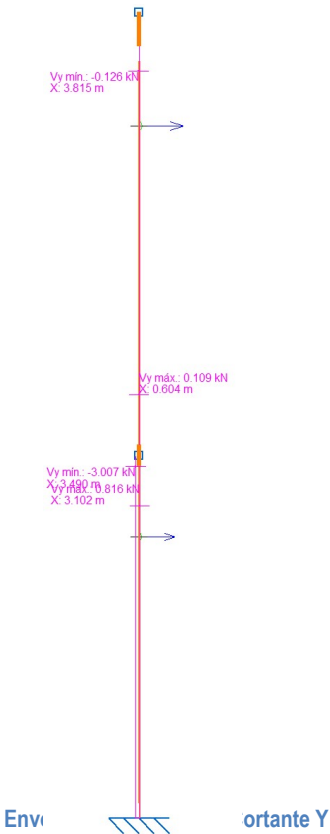
Se va a realizar la comprobación de las barras nombradas en la figura, dado que es un pórtico simétrico, basta con calcular la mitad del mismo donde se hallan los esfuerzos solicitantes de mayor valor.

PILAR N66-N67

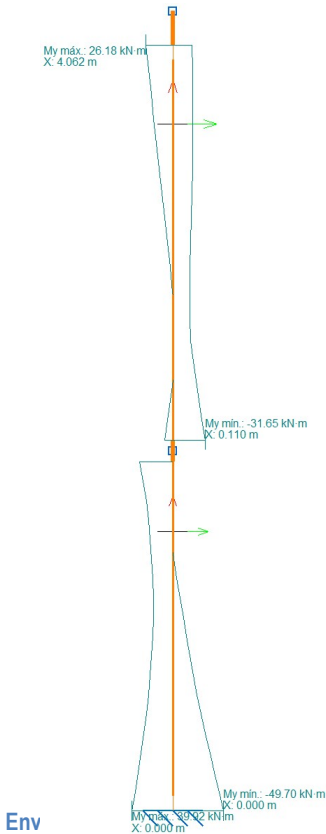
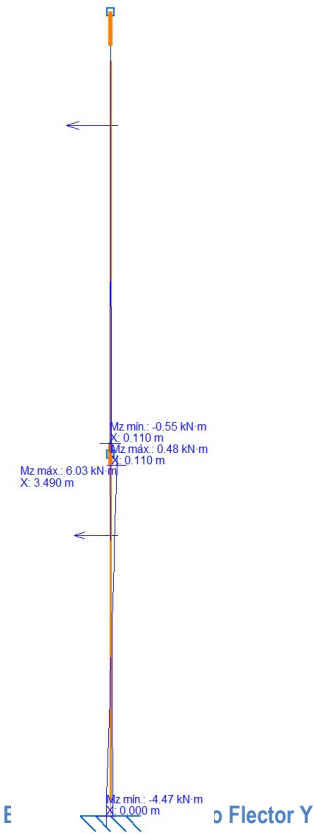
|  | Nudos | | Longitud (m) | Característica | |  <div><div>Vz máx: 15.142 kN</div><div>X: 0.110 m</div><div>Vz mín: -17.809 kN</div><div>X: 0.110 m</div></div> | <div><div><div>W_y</div><div>(10³ mm³)</div></div><div><div>i_z</div><div>(mm)</div></div><div>33.5</div></div> | |
|--|----------------|-------|-----------------|-------------------------|---|--|---|---------------------------|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | | | |
| | N66 | N67 | 8.0 | 5380 | 2567 | | | |
| | Pandeo | | Plano XZ | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | | | |
| | | | | 125 | 6.040 | | | |
| | | | Plano XY | | | | | Perfil: I Material: Ac |
| | β | 0.2 | | | | | | |
| | L _k | 1.6 | | | | | | |
| | | | 10 | | | | | |

A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el pilar. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.





Envoltura de esfuerzo Cortante Z



Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 39.92 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 388.15$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 388.15 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 39.22 | < 388.15 | | |
| CUMPLE | | | |

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{10.7} = 23.27$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 1.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El pilar entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

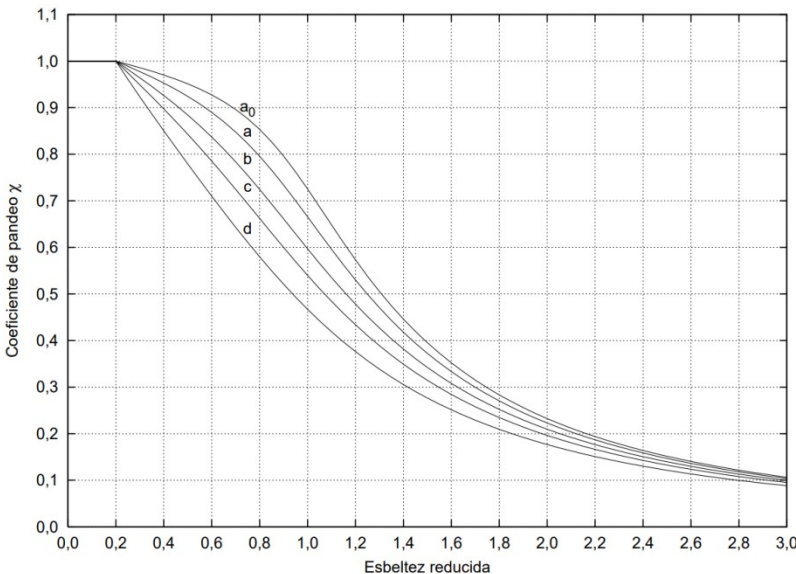
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|--|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 10 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.6 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{10000} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 83.6 \cdot 10^6 = 1.73 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|---|--------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 1.6 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.040 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{1600} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.040 \cdot 10^6 = 4.89 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.92$ por lo que $\chi = 0.65$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.55$ por lo que $\chi = 0.81$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 105.01 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.65 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 915.86 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $105.01 < 915.86$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 105.1 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409.02 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 628 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 70.89 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 125 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 13.94 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 628000 \cdot 261.90 = 164.57 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 125000 \cdot 261.90 = 32.79 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{105.1}{1409.01} + \frac{47.98}{164.57} + \frac{1.73}{32.79} < 1$$

$$0.42 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|---|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de paneo por torsión |

| | | |
|--|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.92 - 0.2) \frac{105.1}{0.65 \cdot 915.86} = 1.12$ | | Coefficiente de interacción para eje y |
|--|--|--|

| | | |
|---|--|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0.55 - 0.6) \frac{105.1}{0.81 \cdot 915.86} = 1.07$ | | Coefficiente de interacción para eje z |
|---|--|--|

| | |
|--|--|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{105.1}{0.65 \cdot 1409.01} + 1.12 \cdot \frac{1 \cdot 47.98}{1 \cdot 164.57} + 0.6 \cdot 1.07 \cdot \frac{1 \cdot 1.73}{32.79} = 0.48$ $0.48 < 1$ | |
| CUMPLE | |

| | |
|--|--|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{105.1}{0.81 \cdot 1409.01} + 0.6 \cdot 1.12 \cdot \frac{1 \cdot 47.98}{1 \cdot 164.57} + 1.07 \cdot \frac{1 \cdot 1.73}{32.79} = 0.37$ $0.37 < 1$ | |
| CUMPLE | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

En este caso, no es necesaria la comprobación ya que, según el punto 3 del artículo 6.3.3.1 General:

- 3 No será necesaria la comprobación a pandeo lateral cuando el ala comprimida se arriostra de forma continua o bien de forma puntual a distancias menores de 40 veces el radio de giro mínimo. No obstante, en estos casos se deberá asegurar una rigidez y una resistencia adecuadas de los apoyos laterales.

Radio de giro del cordón comprimido ($i_{fc,z}$)

$$i_{fc,z} = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{150}{\sqrt{12}} = 43.3$$

El pilar se encuentra arriostrado por las correas laterales cada 1600 mm.

$$40 \cdot i_{fc,z} > 1600$$

$$1732 > 1600$$

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

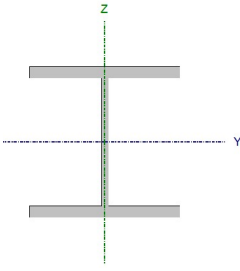
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

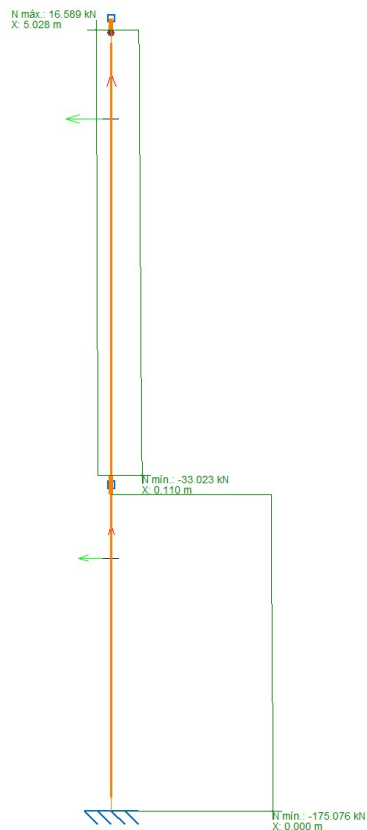
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$35 < 64.4$$

PILAR N115-N116

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|--|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N115 | N116 | 8.75 | 6530 | 2029 | 38.31 | 426 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 76.6 | 13.63 | 151 | 45.7 |
| | β | 0.7 | 0.7 | Perfil: HE 180 B Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 6.125 | 6.125 | | | | |

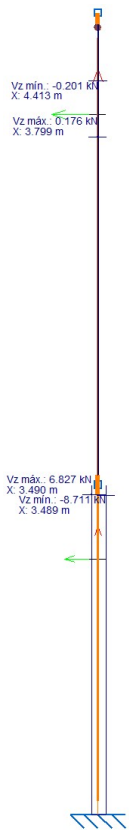
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el pilar. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



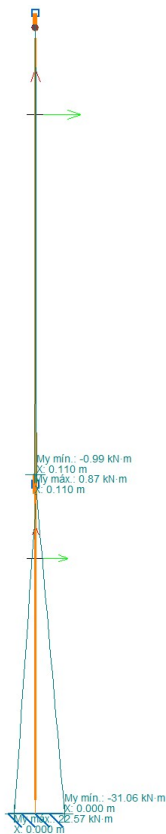
Envolvente de esfuerzo Axil



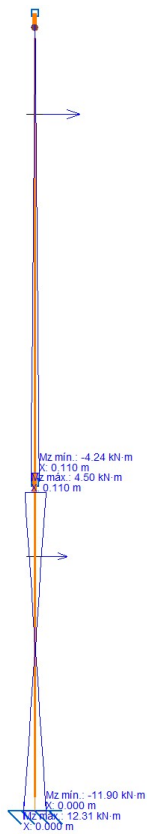
Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2029 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 8.71 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2029 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 306.81$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 388.15 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 8.71 | < 306.81 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{122}{8.5} = 14.35$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 1.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

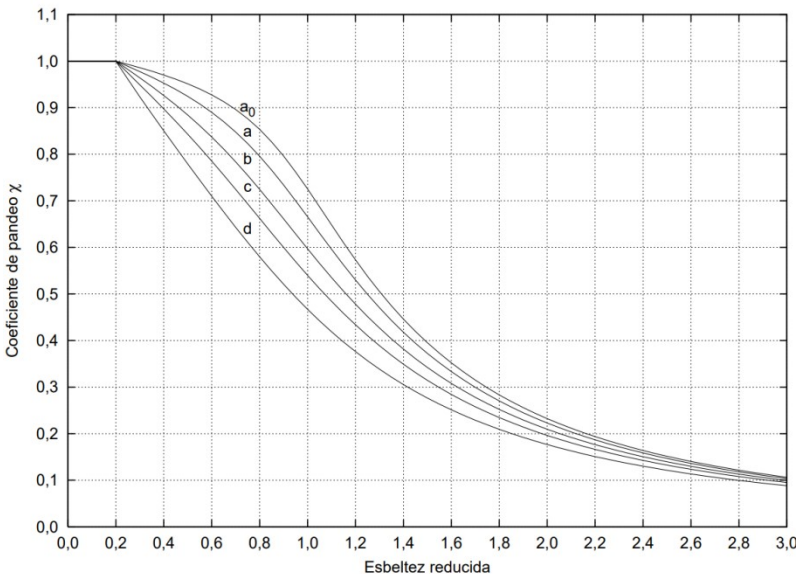
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 6530 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 6.125 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $38.31 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{6.125} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 38.31 \cdot 10^6 = 2.11 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|---|--------------------|-----------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 6.125 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $13.63 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{6125} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 13.63 \cdot 10^6 = 0.75 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.92$ por lo que $\chi = 0.65$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 1.54$ por lo que $\chi = 0.30$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 175.08 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.30 \cdot 6530 \cdot 261.90 = 513 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $175.08 < 513$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 6530 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 114.74 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 6530 \cdot 261.90 = 1710.24 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 426 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 28.89 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 151 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 12.3 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 426000 \cdot 261.90 = 126.08 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 151000 \cdot 261.90 = 60.50 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{114.74}{1710.24} + \frac{28.89}{126.087} + \frac{12.3}{60.50} < 1$$

$$0.51 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.92 - 0.2) \frac{114.74}{0.65 \cdot 513} = 1.24$ | Coefficiente de interacción para eje y |
|--|--|

| | |
|--|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 1.54 - 0.6) \frac{114.74}{0.3 \cdot 513} = 2.85$ | Coefficiente de interacción para eje z |
|--|--|

| | |
|---|--|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{114.74}{0.65 \cdot 1710.24} + 1.24 \cdot \frac{1 \cdot 28.89}{1 \cdot 126.08} + 0.6 \cdot 2.85 \cdot \frac{1 \cdot 12.3}{60.50} = 0.74$ $0.74 < 1$ | |
| CUMPLE | |

| | |
|--|--|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{114.74}{0.3 \cdot 1710.24} + 0.6 \cdot 1.24 \cdot \frac{1 \cdot 28.89}{1 \cdot 126.08} + 2.85 \cdot \frac{1 \cdot 12.3}{60.50} = 0.85$ $0.85 < 1$ | |
| CUMPLE | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTV} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTV} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

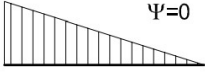
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|---|--------|-----------------|---|
| $W_{pl,y}$ | 481 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 1363 | cm ⁴ | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 46.5 | cm ⁴ | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 6.125 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{6125} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 1363 \cdot 46.5} = 316.6 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 51.96 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 425 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTW} = 425 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{6125^2} \cdot 1.88 \cdot 51.96^2 = 119 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{316.6^2 + 119^2} = 337 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{481 \cdot 275}{337}} = 0.62$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.62$, $\chi_{LT} = 0.82$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

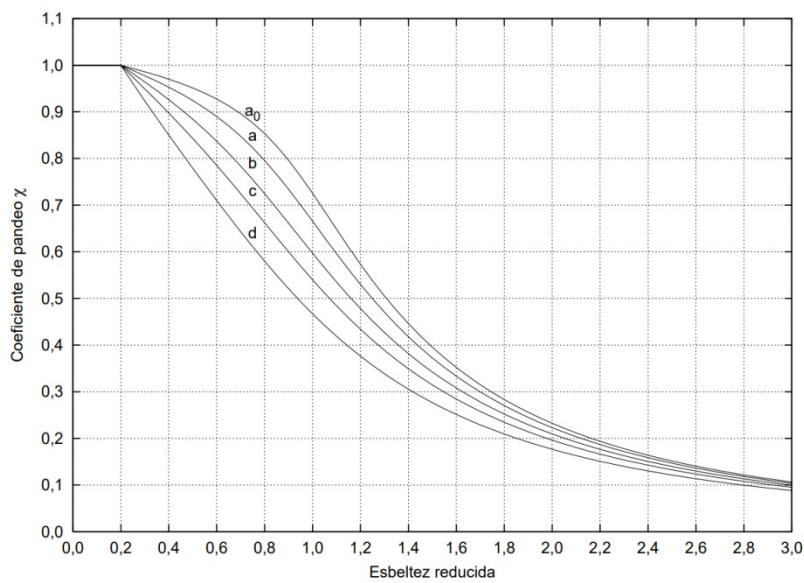


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 28.89 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 0.82 \cdot 425 \cdot 261.90 = 91.27 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$28.89 < 91.27$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

No es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

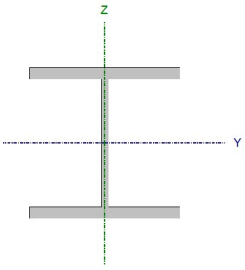
$$\frac{d}{t} = \frac{122}{8.5} = 14.35$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

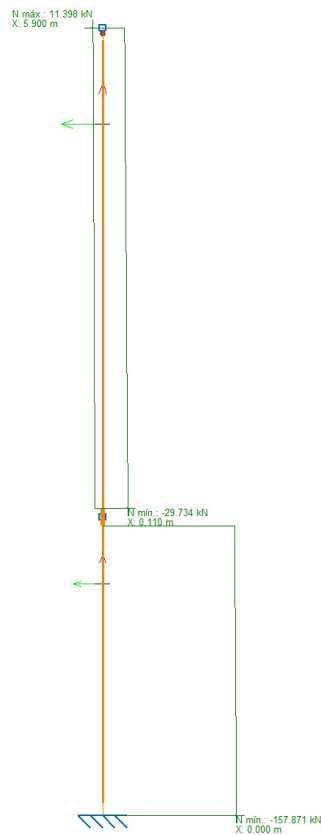
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.35 < 64.4$$

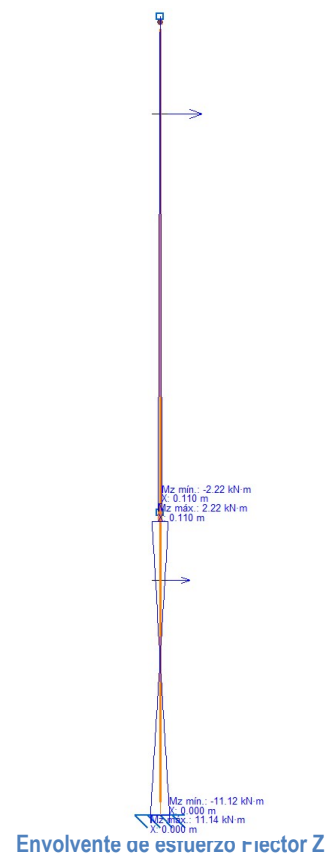
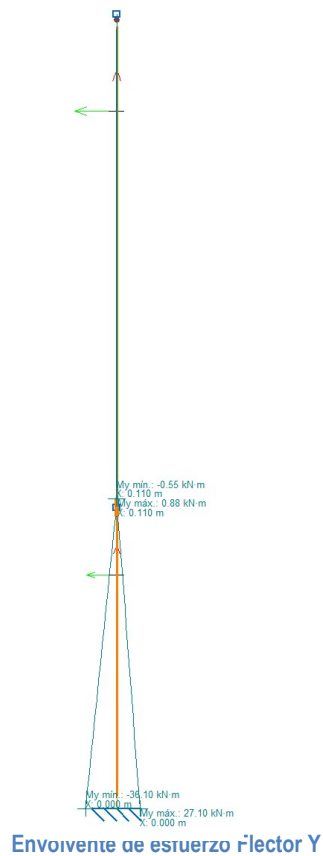
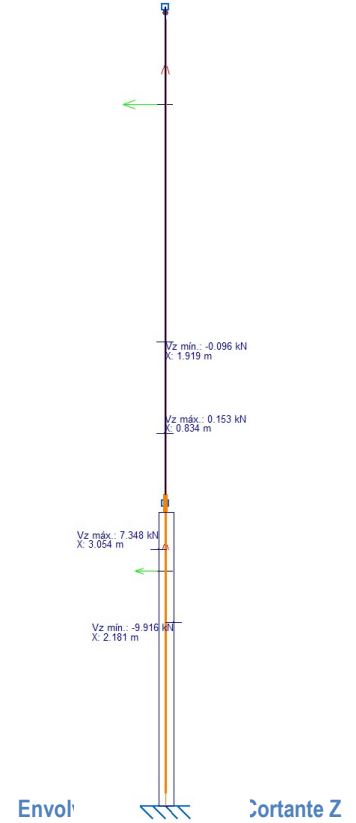
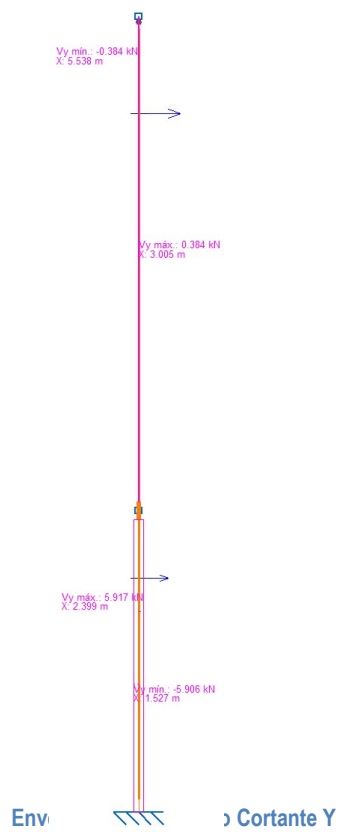
PILAR N70-N122

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|--|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N70 | N122 | 9.5 | 6530 | 2029 | 38.31 | 426 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 76.6 | 13.63 | 151 | 45.7 |
| | β | 0.7 | 0.7 | Perfil: HE 180 B Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 6.65 | 6.65 | | | | |

A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el pilar. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



Envolvente de esfuerzo Axil



Resistencia a cortante Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2029 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 9.92 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2029 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 306.81$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 306.81 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 9.92 | < 306.81 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{122}{8.5} = 14.35$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 1.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El pilar entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

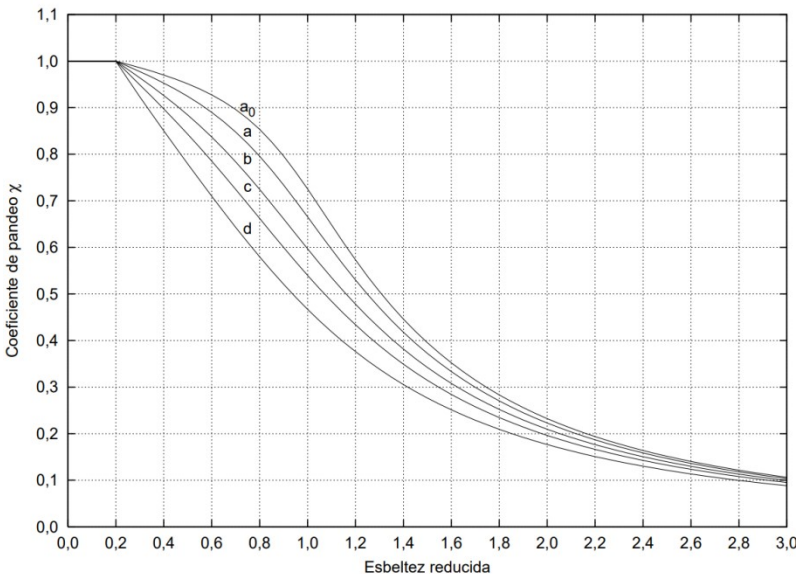
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|--|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 6530 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 6.65 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $38.31 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{6550} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 38.31 \cdot 10^6 = 1.85 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|---|--------------------|-----------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 6.65 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $13.63 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{6550} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 13.63 \cdot 10^6 = 0.66 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.98$ por lo que $\chi = 0.61$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 1.65$ por lo que $\chi = 0.27$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 157.87 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.27 \cdot 6530 \cdot 261.90 = 462 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $157.87 < 462$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 6530 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 87.33 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 6530 \cdot 261.90 = 1710.24 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 426 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 32.45 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 151 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 11.10 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 426000 \cdot 261.90 = 126.08 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 151000 \cdot 261.90 = 60.50 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{87.33}{1710.24} + \frac{32.45}{126.08} + \frac{11.10}{60.50} < 1$$

$$0.492 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|---|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.98 - 0.2) \frac{87.33}{0.61 \cdot 462} = 1.24$ | Coefficiente de interacción para eje y |
|---|--|

| | |
|--|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 1.65 - 0.6) \frac{87.33}{0.27 \cdot 462} = 2.89$ | Coefficiente de interacción para eje z |
|--|--|

| | |
|---|--|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{87.33}{0.61 \cdot 1710.24} + 1.24 \cdot \frac{1 \cdot 32.45}{1 \cdot 126.08} + 0.6 \cdot 2.89 \cdot \frac{1 \cdot 11.10}{60.50} = 0.82$ $0.82 < 1$ <div>CUMPLE</div> | |

| | |
|---|--|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{87.33}{0.27 \cdot 1710.24} + 0.6 \cdot 1.24 \cdot \frac{1 \cdot 32.45}{1 \cdot 126.08} + 2.89 \cdot \frac{1 \cdot 11.10}{60.50} = 0.91$ $0.91 < 1$ <div>CUMPLE</div> | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTV} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTV} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

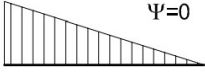
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|--|--------|--------|---|
| $W_{pl,y}$ | 481 | cm^3 | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 1363 | cm^4 | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 46.5 | cm^4 | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 6.65 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{6650} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 1363 \cdot 46.5} = 291.61 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 51.96 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 425 | cm^3 | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTW} = 425 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{6650^2} \cdot 1.88 \cdot 51.96^2 = 101.1 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{291.61^2 + 101.1^2} = 309 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{481 \cdot 275}{309}} = 0.32$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.65$, $\chi_{LT} = 0.76$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

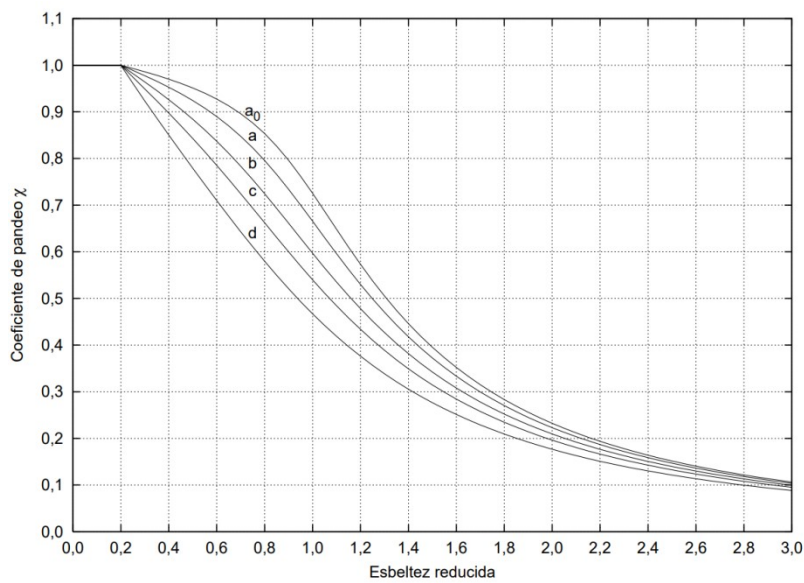


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 32.45 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 0.76 \cdot 425 \cdot 261.90 = 84.6 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$32.45 < 84.6$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

No es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

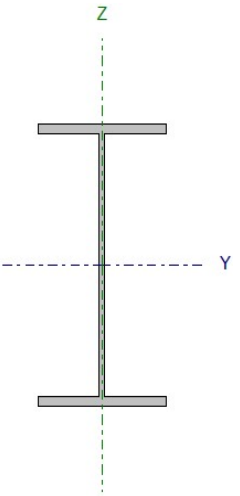
$$\frac{d}{t} = \frac{122}{8.5} = 14.35$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

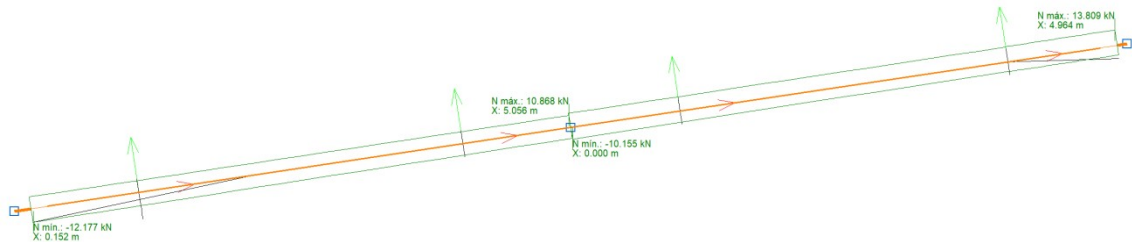
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$14.35 < 64.4$$

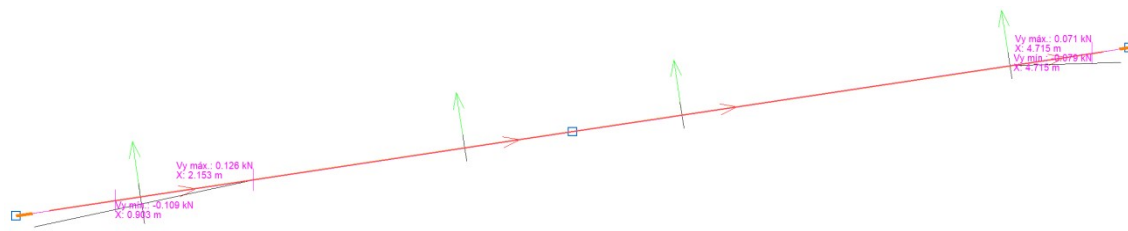
DINTEL N67-N70

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N67 | N70 | 10.11 | 5380 | 2567 | 83.60 | 557 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 125 | 6.040 | 80.5 | 33.5 |
| | β | 0.2 | 1.3 | Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 2.02 | 13.14 | | | | |

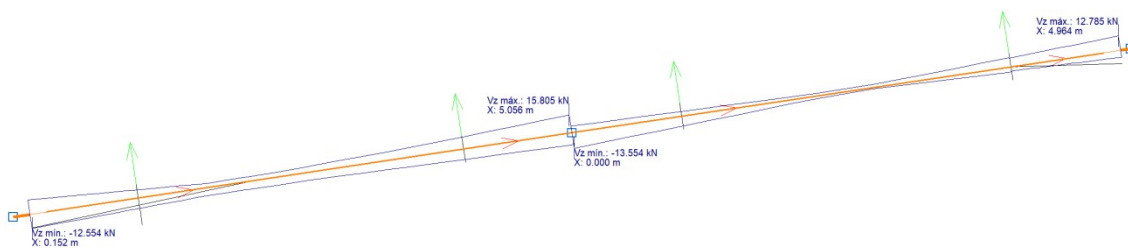
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el dintel. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



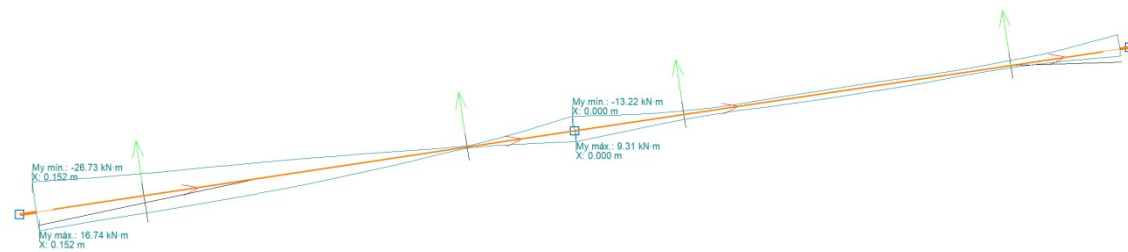
Envolvente de esfuerzo Axil



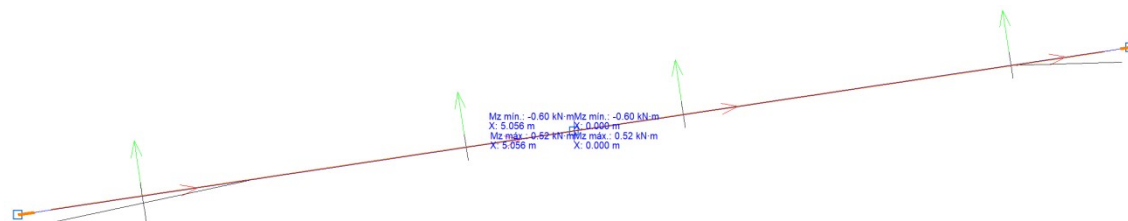
Envoltura de esfuerzo Cortante Y



Envoltura de esfuerzo Cortante Z



Envoltura de esfuerzo Flector Y



Envoltura de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|--|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 15.80 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 388$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 289.235 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 15.80 | < 388 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el dintel, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{7.1} = 35.07$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Dintel bajo compresión. Por tanto, clase 2.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

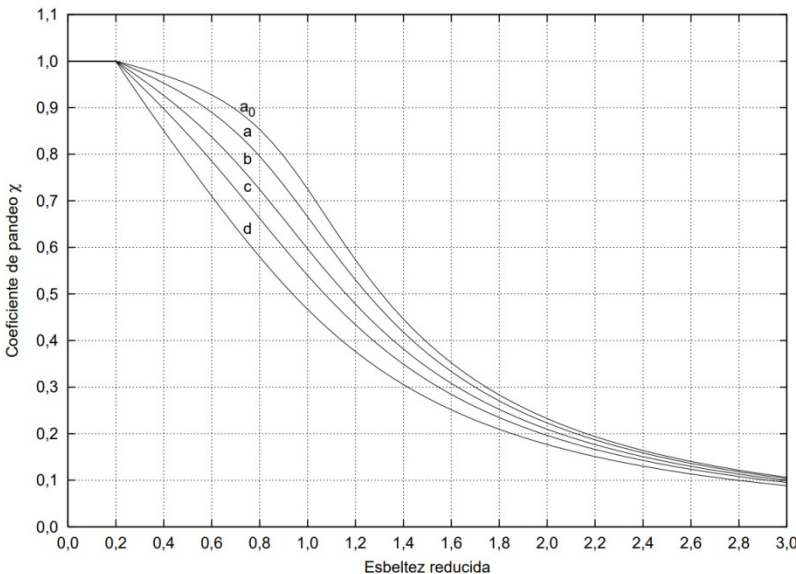
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|--|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 13140 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.70 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{13140} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 83.70 \cdot 10^6 = 1 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|--|--------------------|-----------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 2.02 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.040 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{2020} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.040 \cdot 10^6 = 3.06 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 1.21$ por lo que $\chi = 0.57$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.5$ por lo que $\chi = 0.84$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 11.02 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.57 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 803 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $11.02 < 803$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 11.02 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 557 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 14.38 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 6.040 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.09 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 557000 \cdot 261.90 = 145.85 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 60400 \cdot 261.90 = 15.8 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{11.02}{1409} + \frac{14.38}{145.85} + \frac{0.09}{15.8} < 1$$

$$0.12 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 2 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_y = 1 + (1.21 - 0.2) \frac{11.02}{0.57 \cdot 803} = 1.02$ | Coefficiente de interacción para eje y |

| | |
|---|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_z = 1 + (2 \cdot 0.5 - 0.6) \frac{11.02}{0.84 \cdot 803} = 1$ | Coefficiente de interacción para eje z |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{11.02}{0.57 \cdot 1409} + 1.02 \cdot \frac{1 \cdot 14.38}{1 \cdot 145.8} + 0.6 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 0.09}{15.8} = 0.12$ | |
| $0.12 < 1$ | CUMPLE |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{11.02}{0.84 \cdot 1409} + 0.6 \cdot 1.02 \cdot \frac{1 \cdot 14.38}{1 \cdot 145.8} + 1 \cdot \frac{1 \cdot 0.09}{15.8} = 0.01$ | |
| $0.01 < 1$ | CUMPLE |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTv} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTv} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTv} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

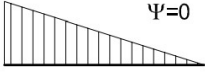
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|--|--------|--------|---|
| $W_{pl,y}$ | 628 | cm^3 | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 604 | cm^4 | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 20.1 | cm^4 | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 2.02 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{2020} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 604 \cdot 20.1} = 420 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 43 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 557 | cm^4 | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTW} = 324 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{2020^2} \cdot 1.88 \cdot 43^2 = 983 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{420^2 + 983^2} = 1069 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{324 \cdot 275}{1069}} = 0.4$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.4$, $\chi_{LT} = 0.89$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

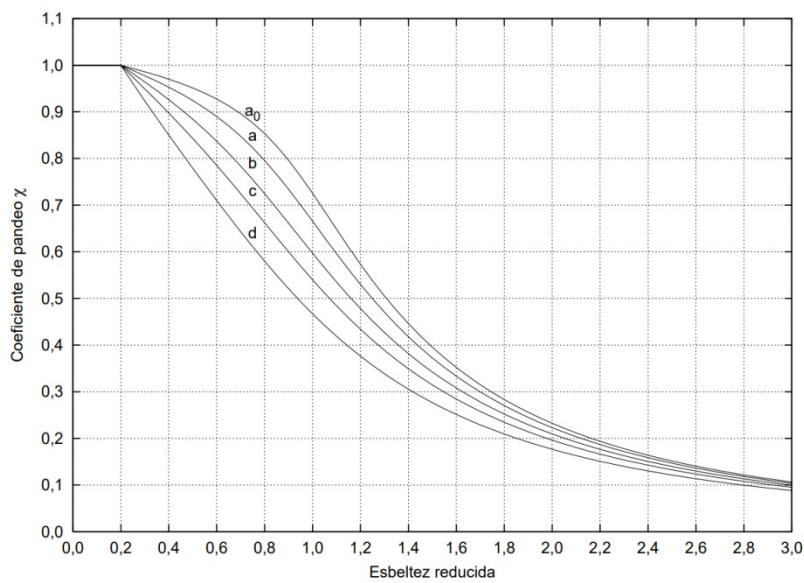


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 14.38 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 0.89 \cdot 557 \cdot 261.90 = 130 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$14.38 < 130$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

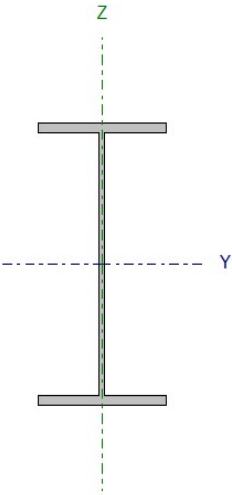
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35.07$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

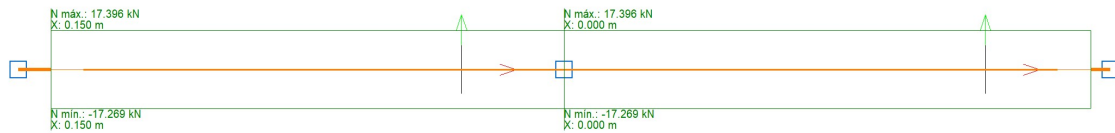
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$35.07 < 64.4$$

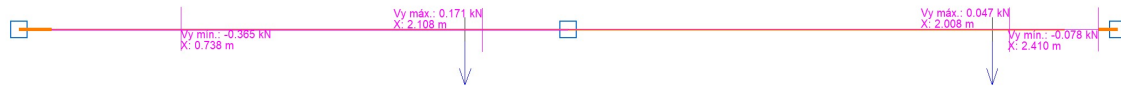
FORJADO N143-N144

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N143 | N144 | 5 | 4590 | 2209 | 57.90 | 429 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 112.0 | 4.2 | 62.2 | 30.2 |
| | β | 0 | 1 | Perfil: IPE 270 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 0 | 5 | | | | |

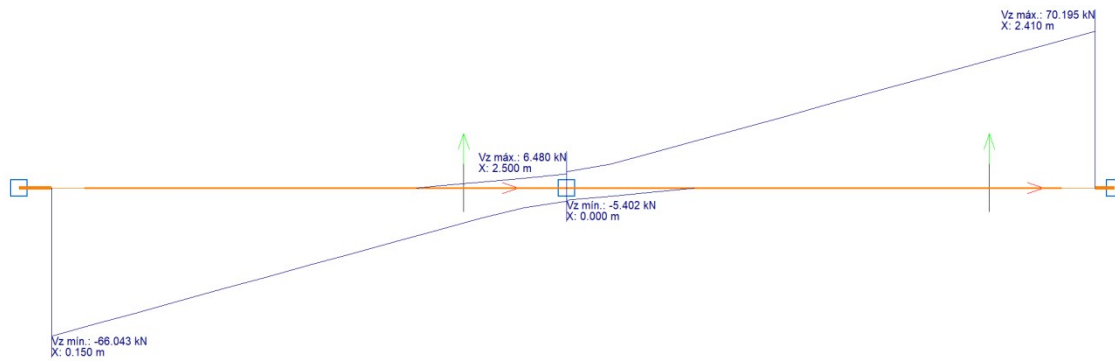
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el dintel. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



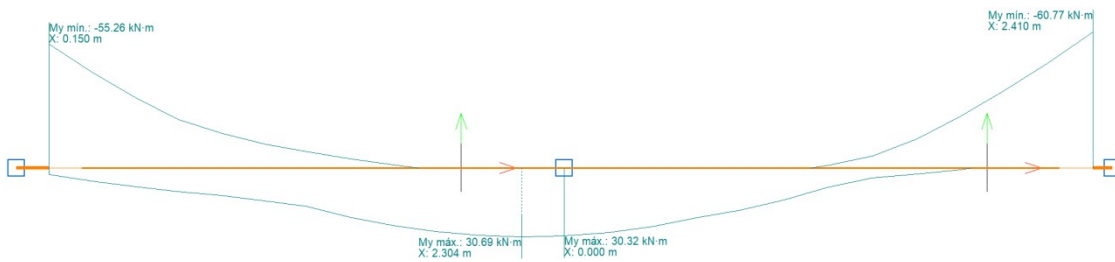
Envolvente de esfuerzo Axil



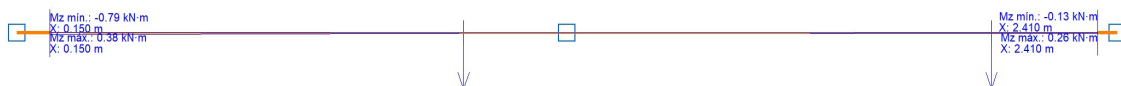
Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|--|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2209 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 70.20 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2209 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 334$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 334 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 70.20 | < 334 | | |
| CUMPLE | | | |

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene la viga, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{220}{6.6} = 33.3$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Viga bajo compresión. Por tanto, clase 2.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

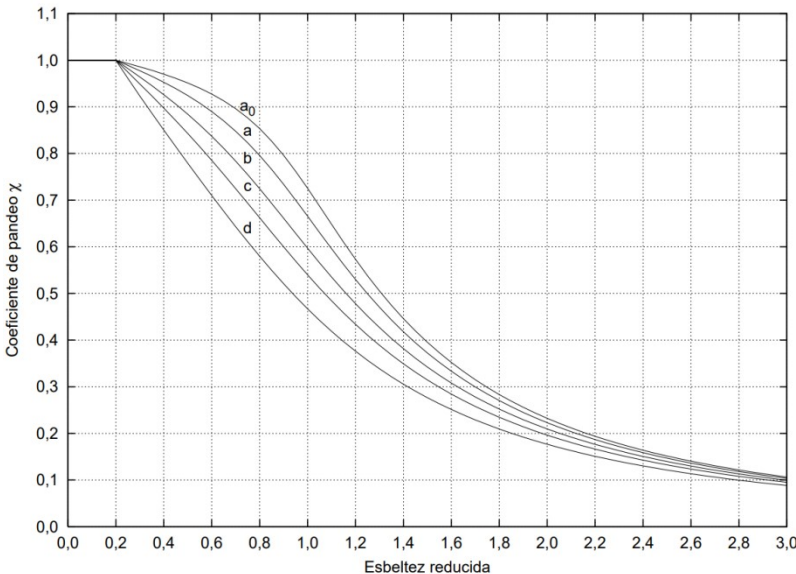
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 4590 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 5 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $54.90 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{5000} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 57.90 \cdot 10^6 = 4.8 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|--|------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 0 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $4.2 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ <p>No puede pandear en el eje Z.</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.52$ por lo que $\chi = 0.875$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 17.27 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> <p>$N_{b,Rd} = 0.875 \cdot 4590 \cdot 261.90 = 1052 \text{ kN}$ Resistencia de cálculo a pandeo</p> <p>$N_{Ed} < N_{b,Rd}$</p> <p>$17.27 < 1052$ CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 4590 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 17.27 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 4590 \cdot 261.90 = 1202 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 429 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 60.77 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 62.2 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.16 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 429000 \cdot 261.90 = 112 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 62200 \cdot 261.90 = 16 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{17.27}{1202} + \frac{60.77}{112} + \frac{0.16}{16} < 1$$

$$0.57 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{y,LT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 2 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_y = 1 + (0.52 - 0.2) \frac{17.27}{0.875 \cdot 1052} = 1$ | Coefficiente de interacción para eje y |

| | |
|---|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_z = 1 + (2 \cdot 0 - 0.6) \frac{17.27}{1 \cdot 1052} = 0.99$ | Coefficiente de interacción para eje z |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{17.27}{0.875 \cdot 1202} + 1 \cdot \frac{1 \cdot 60.77}{1 \cdot 112} + 0.6 \cdot 0.99 \cdot \frac{1 \cdot 0.16}{16} = 0.57$ | |
| $0.57 < 1$ | CUMPLE |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{17.27}{1 \cdot 1202} + 0.6 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 60.77}{1 \cdot 112} + 0.99 \cdot \frac{1 \cdot 0.16}{16} = 0.35$ | |
| $0.35 < 1$ | CUMPLE |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTV} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTV} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

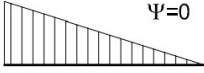
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|--|--------|--------|---|
| $W_{pl,y}$ | 484 | cm^3 | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 402 | cm^4 | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 15.4 | cm^4 | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 5 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{5000} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 402 \cdot 15.4} = 121 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 39 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 429 | cm^3 | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTW} = 429 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{5000^2} \cdot 1.88 \cdot 39^2 = 101 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{121^2 + 101^2} = 157 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{484 \cdot 275}{157}} = 0.03$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.03$, $\chi_{LT} = 1$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

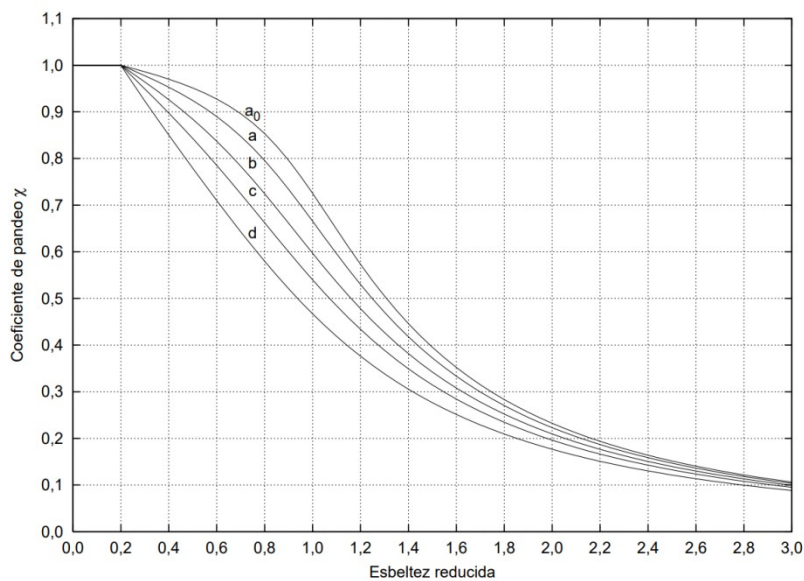


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 60.77 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 1 \cdot 484 \cdot 261.90 = 126 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$60.77 < 126$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

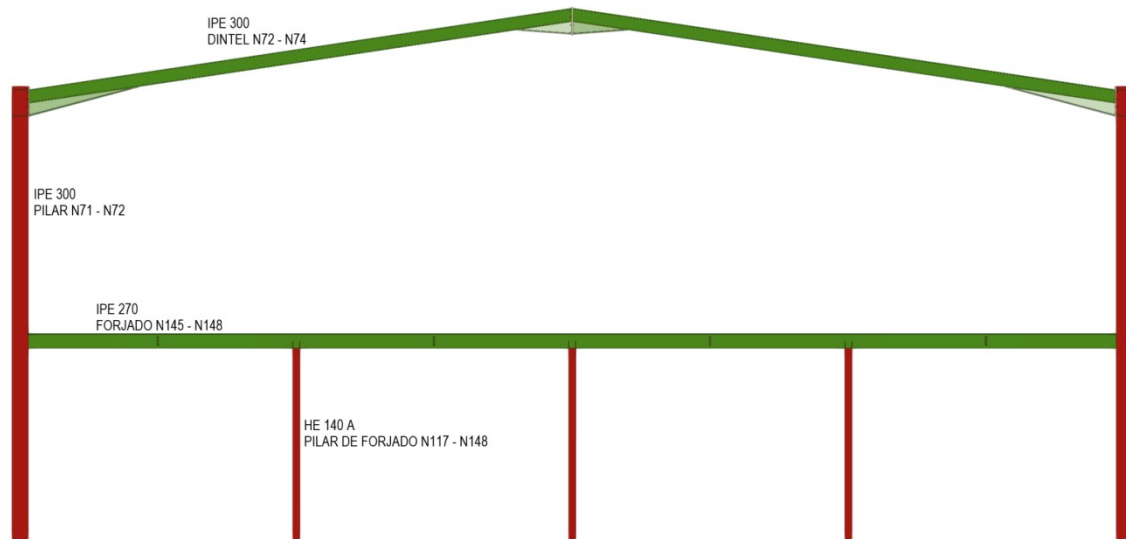
$$\frac{c}{t} = \frac{220}{6.6} = 33.3$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$33.3 < 64.4$$

PÓRTICO INTERMEDIO DE OFICINAS

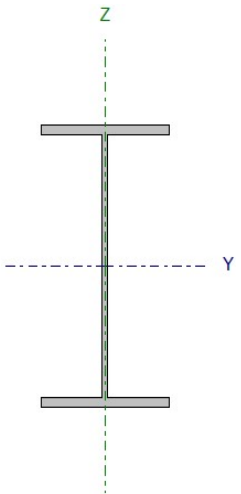


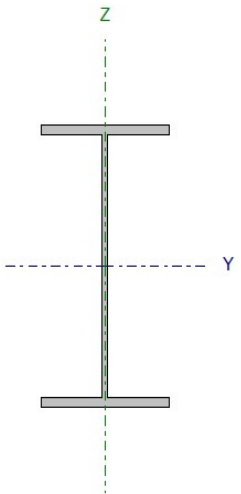
Pórtico intermedio de la zona de oficinas, formado por pilares y dinteles IPE 300, con cartelas inferiores de 2 metros de longitud en la unión del pilar con el dintel, y en la unión entre dinteles. Los pilares soportan un forjado con vigas IPE 270, y estas, están sujetadas horizontalmente por pilares HE 140 A.

Uniones de nudos rígidos, exceptuando las de los pilares intermedios con las jácenas.

Se va a realizar la comprobación de las barras nombradas en la figura, dado que es un pórtico simétrico, basta con calcular la mitad del mismo donde se hallan los esfuerzos solicitantes de mayor valor.

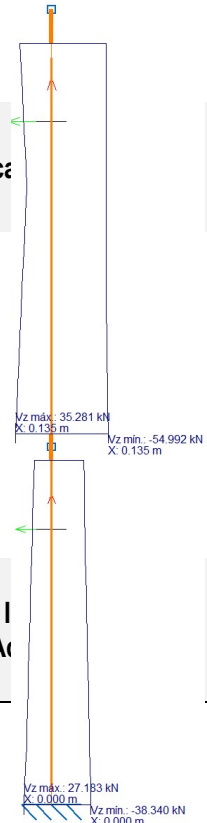
PILAR N71-N72

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características | | W_y (10^3 mm^3) |
|--|----------|-------|-----------------|---------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
| | Inicial | Final | | A (mm^2) | A_v (mm^2) | |
| | N71 | N72 | 8.0 | 5380 | 2567 | 557 |
| | Pandeo | | Plano XZ | i_y (mm) | I_z (10^6 mm^4) | i_z (mm) |
| | Plano XY | | | 125 | 6.040 | 33.5 |
| | β | 0.2 | 1.25 | Perfil: I Material: Ac | | |
| L_k | 1.6 | 10 | | | | |

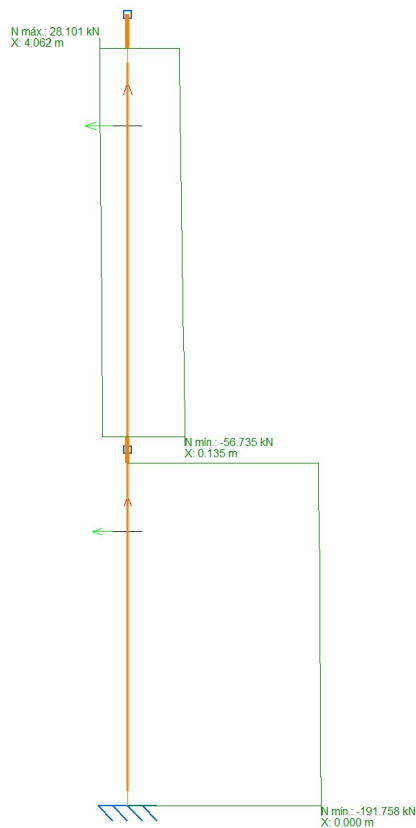


$V_z \text{ máx.: } 35.281 \text{ kN}$
 $X: 0.135 \text{ m}$

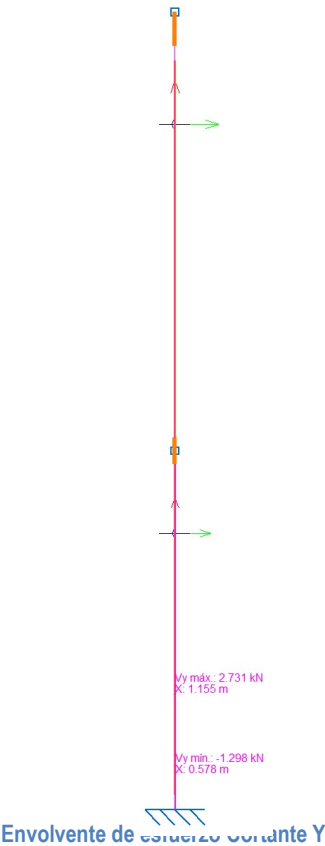
$V_z \text{ mín.: } -54.992 \text{ kN}$
 $X: 0.135 \text{ m}$



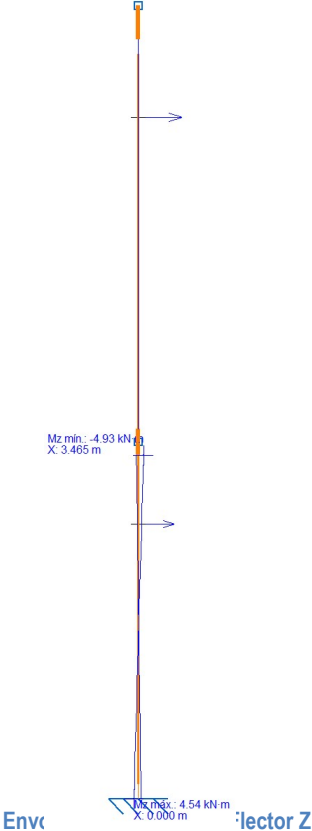
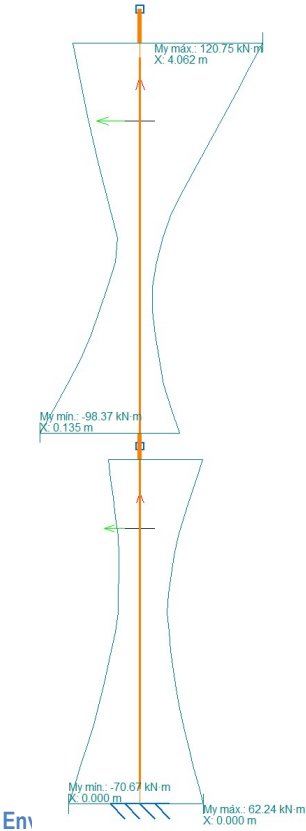
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el pilar. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



Envolvente de esfuerzo Axil



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 54.99 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 388.15$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 388.15 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 54.99 | < 388.15 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|----------------------------------|---------------|----------------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ϵ | 38 ϵ | 42 ϵ |
| Flexión simple | | 72 ϵ | 83 ϵ | |
| | | | | 124 ϵ |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{10.7} = 23.27$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 1.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El pilar entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

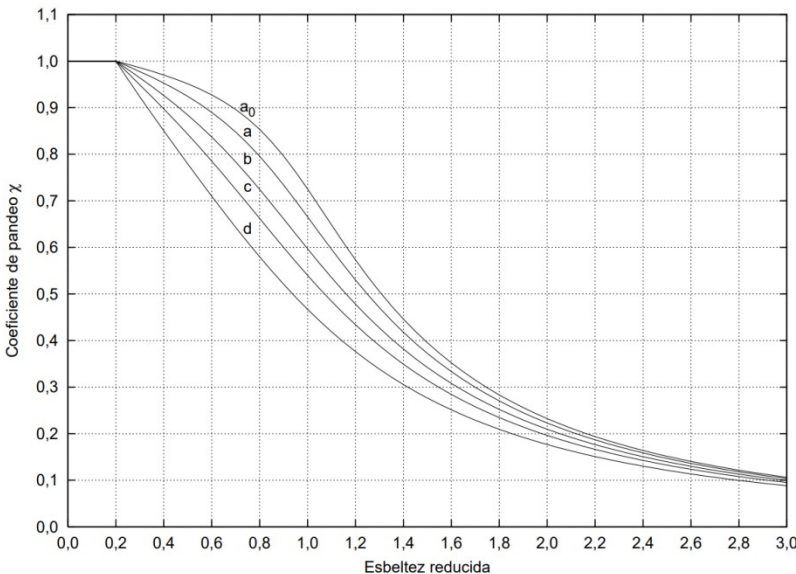
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|--|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 10 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.6 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{10000} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 83.6 \cdot 10^6 = 1.73 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|---|--------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 1.6 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.040 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{1600} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.040 \cdot 10^6 = 4.89 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.92$ por lo que $\chi = 0.65$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.55$ por lo que $\chi = 0.81$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 191.76 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.65 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 915.86 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $191.76 < 915.86$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 51.10 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409.02 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 628 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 120.75 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 125 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 628000 \cdot 261.90 = 164.57 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 125000 \cdot 261.90 = 32.79 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{51.10}{1409.01} + \frac{120.75}{164.57} + \frac{0}{32.79} < 1$$

$$0.77 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.92 - 0.2) \frac{51.10}{0.65 \cdot 915.86} = 1.06$ | Coefficiente de interacción para eje y |
|--|--|

| | |
|---|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0.55 - 0.6) \frac{51.10}{0.81 \cdot 915.86} = 1.03$ | Coefficiente de interacción para eje z |
|---|--|

| | |
|--|--|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{51.10}{0.65 \cdot 1409.01} + 1.06 \cdot \frac{1 \cdot 120.75}{1 \cdot 164.57} + 0.6 \cdot 1.03 \cdot \frac{1 \cdot 0}{32.79} = 0.87$ $0.86 < 1$ | |
| CUMPLE | |

| | |
|--|--|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{51.10}{0.81 \cdot 1409.01} + 0.6 \cdot 1.06 \cdot \frac{1 \cdot 120.75}{1 \cdot 164.57} + 1.03 \cdot \frac{1 \cdot 0}{32.79} = 0.54$ $0.53 < 1$ | |
| CUMPLE | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

En este caso, no es necesaria la comprobación ya que, según el punto 3 del artículo 6.3.3.1 General:

- 3 No será necesaria la comprobación a pandeo lateral cuando el ala comprimida se arriostra de forma continua o bien de forma puntual a distancias menores de 40 veces el radio de giro mínimo. No obstante, en estos casos se deberá asegurar una rigidez y una resistencia adecuadas de los apoyos laterales.

Radio de giro del cordón comprimido ($i_{fc,z}$)

$$i_{fc,z} = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{150}{\sqrt{12}} = 43.3$$

El pilar se encuentra arriostrado por las correas laterales cada 1600 mm.

$$40 \cdot i_{fc,z} > 1600$$

$$1732 > 1600$$

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

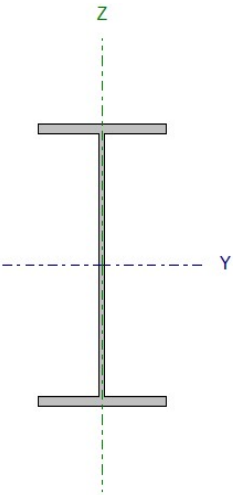
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

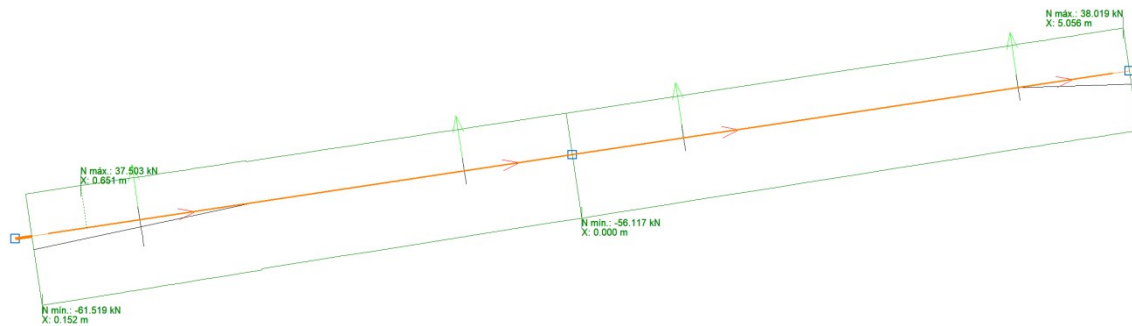
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$35 < 64.4$$

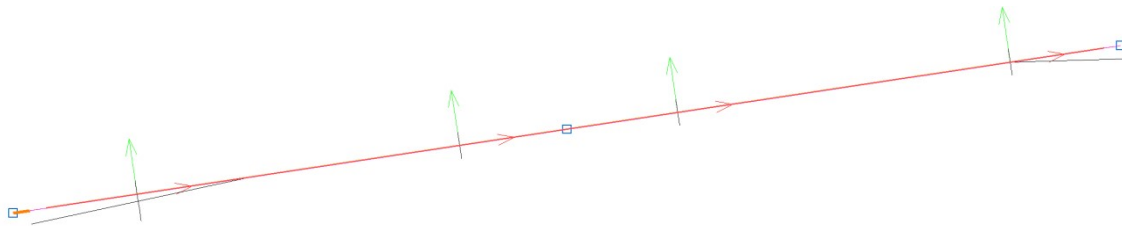
DINTEL N72-N75

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N72 | N75 | 10.11 | 5380 | 2567 | 83.60 | 557 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 125 | 6.040 | 80.5 | 33.5 |
| | β | 0.2 | 1.3 | Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 2.02 | 13.14 | | | | |

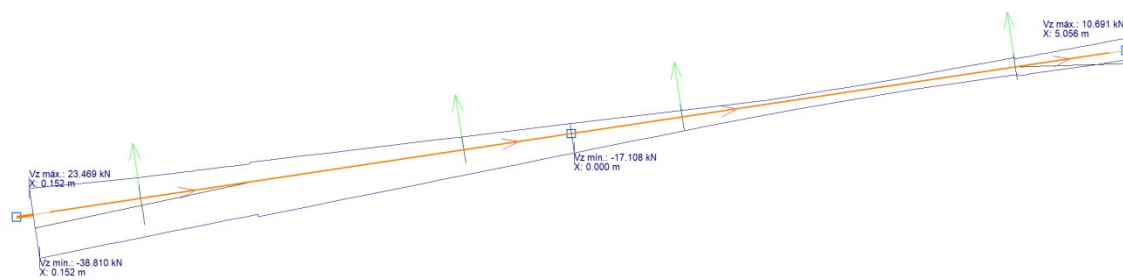
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el dintel. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



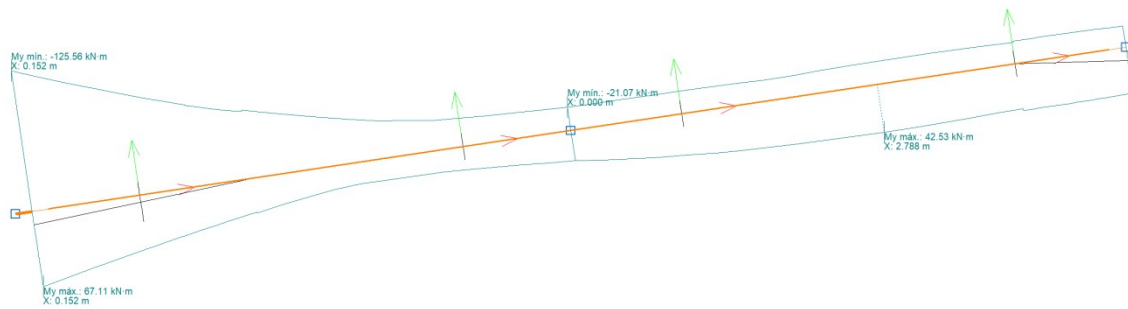
Envolvente de esfuerzo Axil



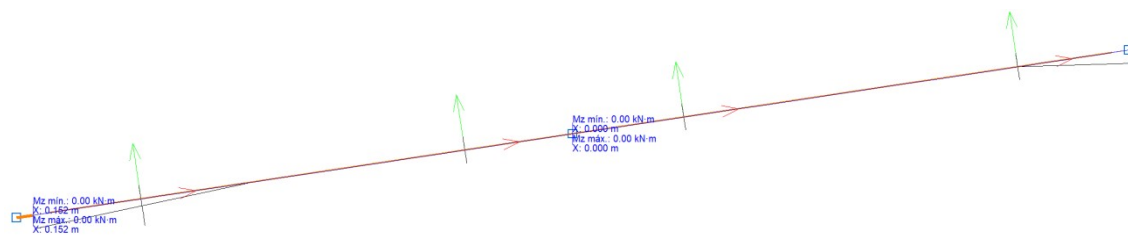
Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|--|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 29.69 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 388$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 289.235 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 29.69 | < 388 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el dintel, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{7.1} = 35.07$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Dintel bajo compresión. Por tanto, clase 2.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

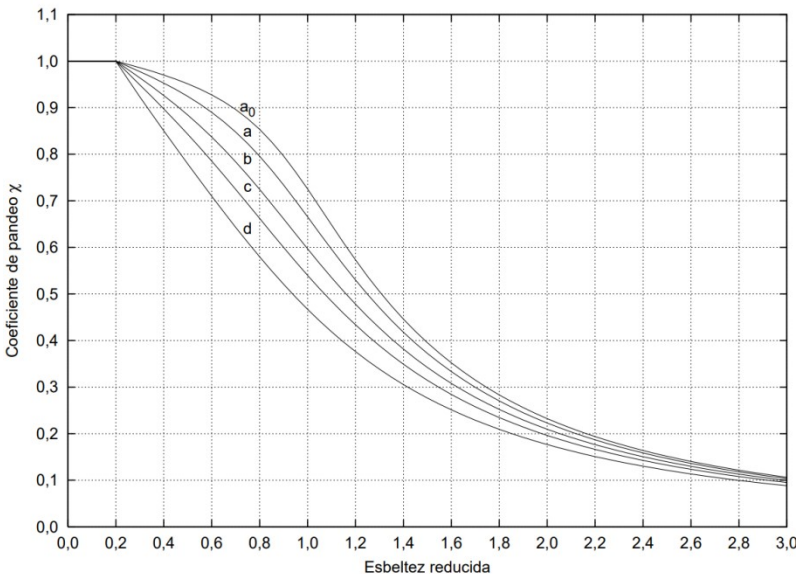
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 13140 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.60 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{13140} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 83.6 \cdot 10^6 = 1 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|--|--------------------|-----------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 2.02 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.040 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{2020} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.040 \cdot 10^6 = 3.06 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 1.21$ por lo que $\chi = 0.57$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.5$ por lo que $\chi = 0.84$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 59.40 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.57 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 803 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $59.40 < 803$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 53.20 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 557 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 61.20 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 60.4 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 557000 \cdot 261.90 = 145.8 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 60400 \cdot 261.90 = 15.8 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{53.20}{1409} + \frac{61.20}{145.85} + \frac{0}{15.8} < 1$$

$$0.46 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 2 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|--|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (1.21 - 0.2) \frac{53.20}{0.57 \cdot 803} = 1.11$ | | |
| Coeficiente de interacción para eje y | | |
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0.5 - 0.6) \frac{53.20}{0.84 \cdot 803} = 1.03$ | | |
| Coeficiente de interacción para eje z | | |
| Comprobación para todo tipo de sección | | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{53.20}{0.57 \cdot 1409} + 1.11 \cdot \frac{1 \cdot 61.20}{1 \cdot 145.8} + 0.6 \cdot 1.03 \cdot \frac{1 \cdot 0}{15.8} = 0.53$ $0.53 < 1$ | | |
| CUMPLE | | |
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{53.20}{0.84 \cdot 1409} + 0.6 \cdot 1.11 \cdot \frac{1 \cdot 61.20}{1 \cdot 145.8} + 1.03 \cdot \frac{1 \cdot 0}{15.8} = 0.36$ $0.36 < 1$ | | |
| CUMPLE | | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTv} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTv} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTv} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

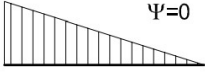
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|--|--------|--------|---|
| $W_{pl,y}$ | 628 | cm^3 | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 604 | cm^4 | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 20.1 | cm^4 | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 2.02 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{2020} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 604 \cdot 20.1} = 420 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 43 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 557 | cm^4 | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTW} = 557 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{2020^2} \cdot 1.88 \cdot 43^2 = 983 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{420^2 + 983^2} = 1069 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{628 \cdot 275}{1069}} = 0.4$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.4$, $\chi_{LT} = 0.89$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

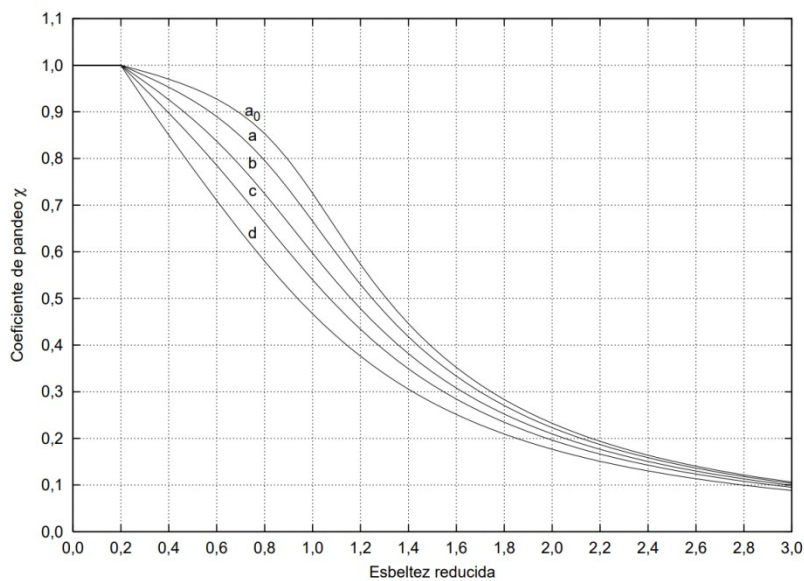


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 61.20 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 0.89 \cdot 557 \cdot 261.90 = 130 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$61.20 < 130$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

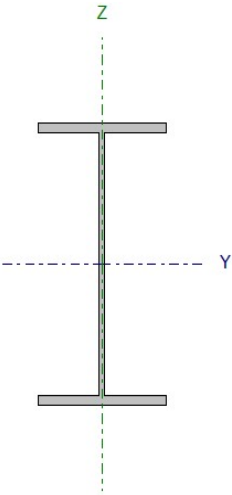
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35.07$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

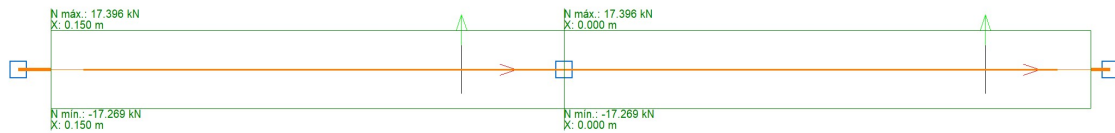
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$35.07 < 64.4$$

FORJADO N143-N144

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|-------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N143 | N144 | 5 | 4590 | 2209 | 57.90 | 429 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | 112.0 | 4.2 | 112.0 | 4.2 | 62.2 | 30.2 |
| | β | 0 | 1 | Perfil: IPE 270 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 0 | 5 | | | | |

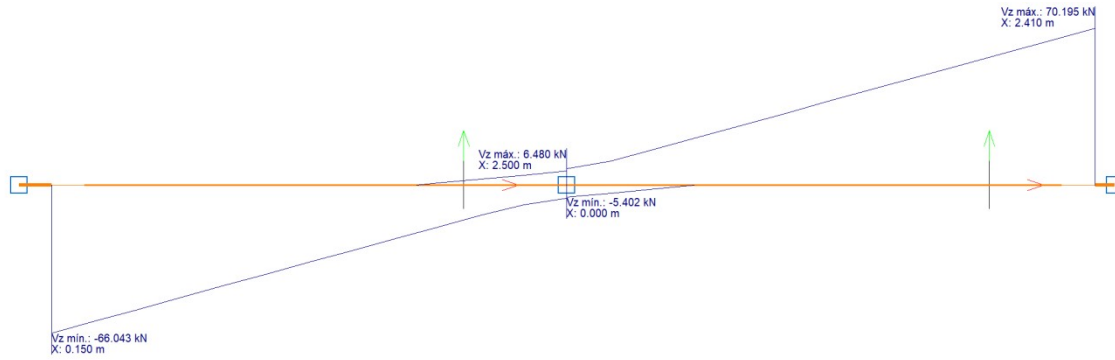
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el dintel. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



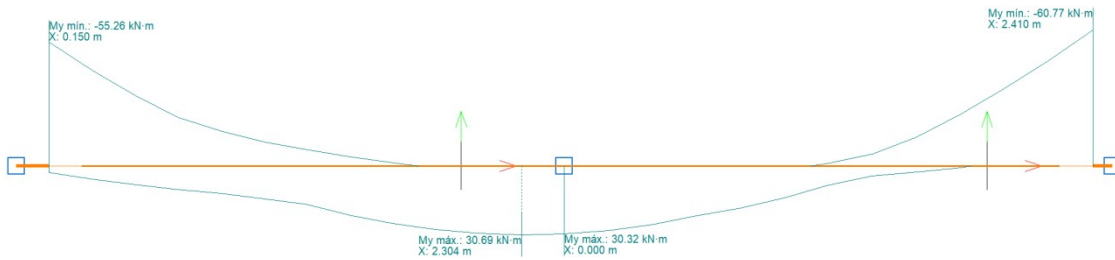
Envolvente de esfuerzo Axil



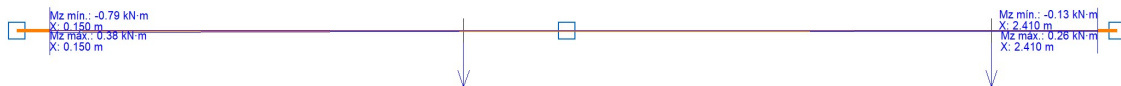
Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|--|--------|-------------------|---|
| A_v | 2209 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 70.20 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2209 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 334$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 334 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < | $V_{pl,Rd}$ | |
| 70.20 | < | 334 | CUMPLE |

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene la viga, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{220}{6.6} = 33.3$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Viga bajo compresión. Por tanto, clase 2.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

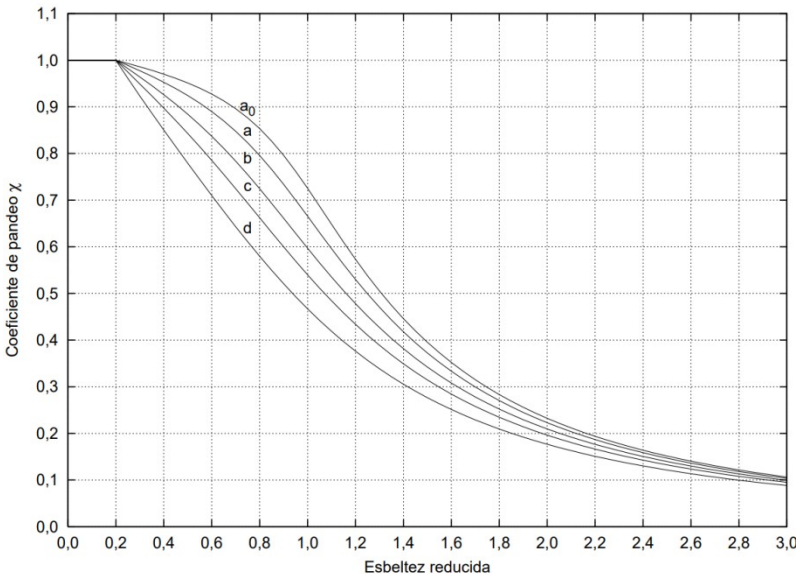
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 4590 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 5 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $54.90 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{5000} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 57.90 \cdot 10^6 = 4.8 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|--|------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 0 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $4.2 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ <p>No puede pandear en el eje Z.</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.52$ por lo que $\chi = 0.875$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 17.27 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> <p>$N_{b,Rd} = 0.875 \cdot 3340 \cdot 261.90 = 1052 \text{ kN}$ Resistencia de cálculo a pandeo</p> <p>$N_{Ed} < N_{b,Rd}$</p> <p>$17.27 < 1052$ CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 4590 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 17.27 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 4590 \cdot 261.90 = 1202 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 429 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 60.77 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 62.2 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.16 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 429000 \cdot 261.90 = 112 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 62200 \cdot 261.90 = 16 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{17.27}{1202} + \frac{60.77}{112} + \frac{0.16}{16} < 1$$

$$0.57 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 2 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_y = 1 + (0.52 - 0.2) \frac{17.27}{0.875 \cdot 1052} = 1$ | Coefficiente de interacción para eje y |

| | |
|---|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_z = 1 + (2 \cdot 0 - 0.6) \frac{17.27}{1 \cdot 1052} = 0.99$ | Coefficiente de interacción para eje z |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{17.27}{0.875 \cdot 1202} + 1 \cdot \frac{1 \cdot 60.77}{1 \cdot 112} + 0.6 \cdot 0.99 \cdot \frac{1 \cdot 0.16}{16} = 0.57$ | |
| $0.57 < 1$ | CUMPLE |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{17.27}{1 \cdot 1202} + 0.6 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 60.77}{1 \cdot 112} + 0.99 \cdot \frac{1 \cdot 0.16}{16} = 0.35$ | |
| $0.35 < 1$ | CUMPLE |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTV} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTV} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

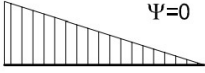
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|--|--------|-----------------|---|
| $W_{pl,y}$ | 484 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 402 | cm ⁴ | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 15.4 | cm ⁴ | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 5 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{5000} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 402 \cdot 15.4} = 121 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 39 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 429 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTw} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTw} = 429 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{5000^2} \cdot 1.88 \cdot 39^2 = 101 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTw}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{121^2 + 101^2} = 157 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{484 \cdot 275}{157}} = 0.03$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.03$, $\chi_{LT} = 1$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

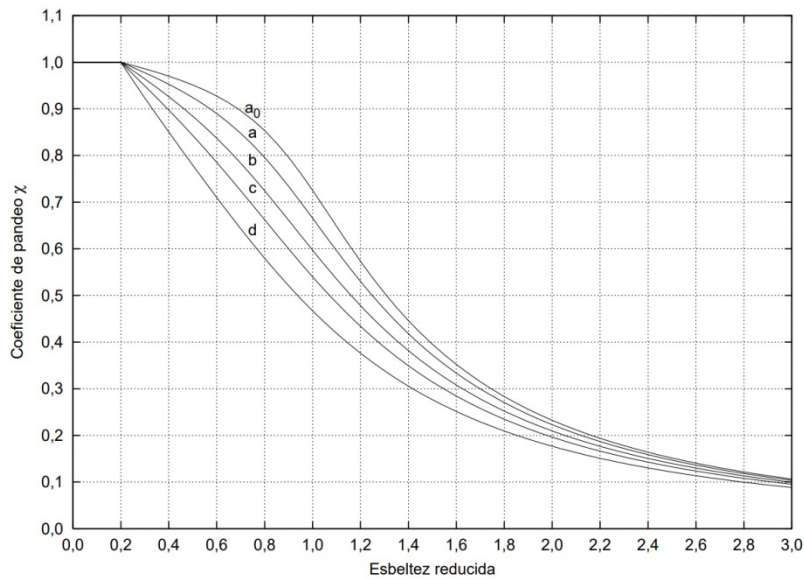


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 60.77 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 1 \cdot 484 \cdot 261.90 = 126 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$60.77 < 126$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

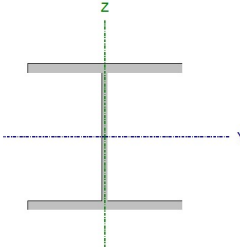
$$\frac{d}{t} = \frac{220}{6.6} = 33.3$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

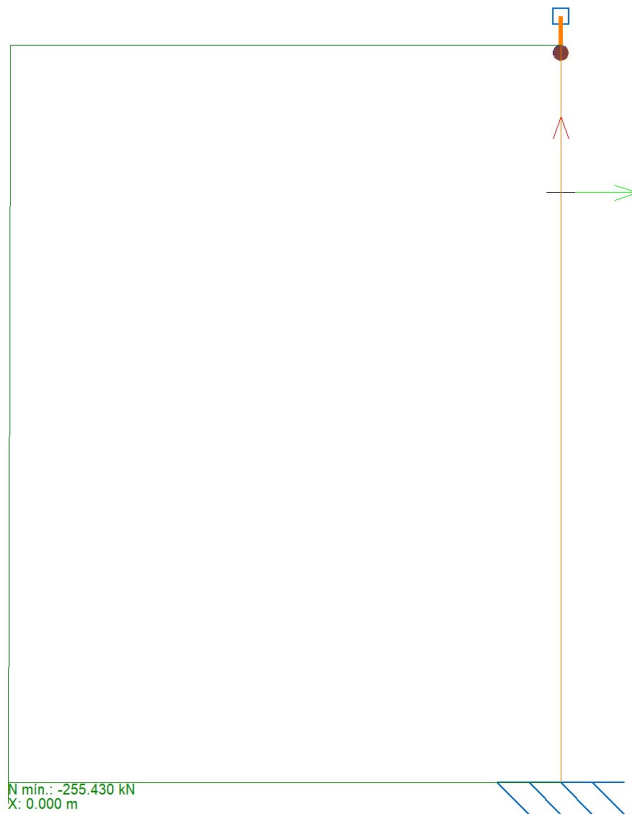
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$33.3 < 64.4$$

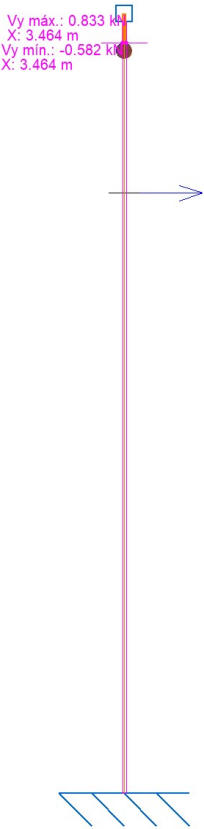
PILAR DE FORJADO N117-N148

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|--|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N117 | N148 | 3.6 | 3140 | 1011 | 10.33 | 155 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 57.3 | 3.89 | 56 | 35.2 |
| | β | 0.7 | 0.7 | Perfil: HE 140 A Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 2.52 | 2.52 | | | | |

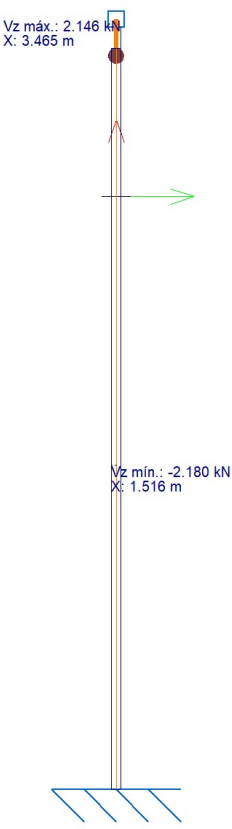
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el dintel. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



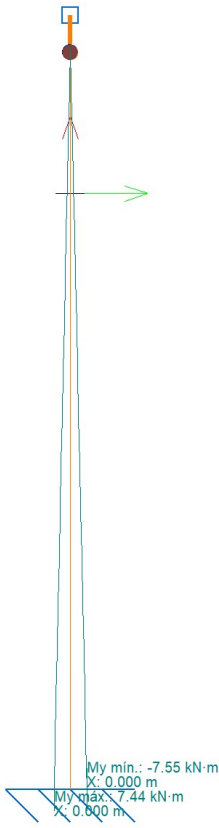
Envolvente de esfuerzo Axil



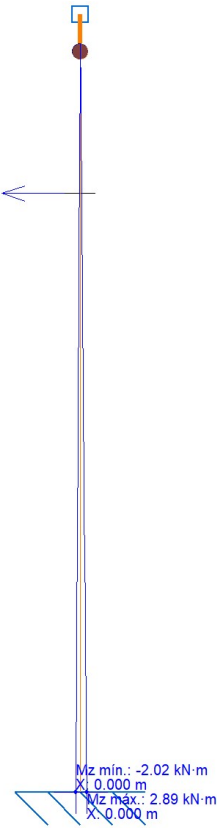
Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|------------------------|-------------------|---|
| A_v | 1011 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 2.18 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 1011 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 152.84$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 240.59 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 2.18 | < 152.84 CUMPLE | | |

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{92}{5} = 18.4$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 1.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

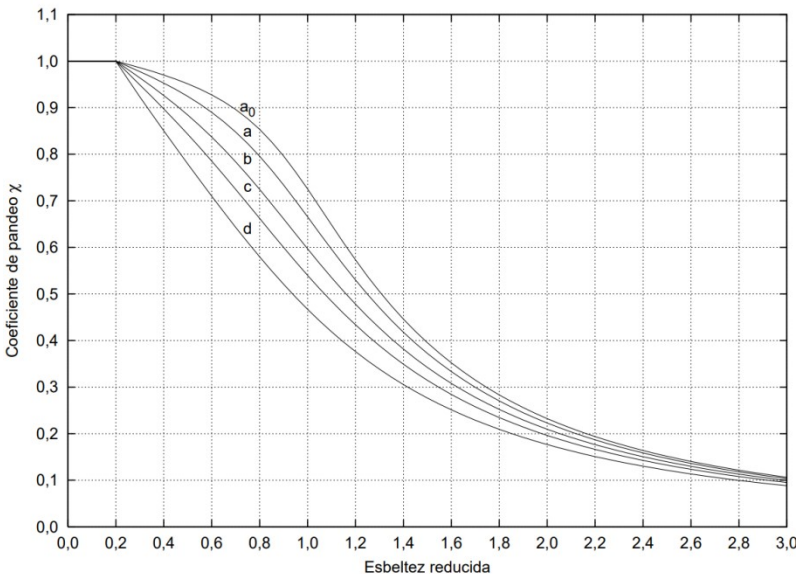
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|--|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 3140 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 2.52 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $10.33 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{2520} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 10.33 \cdot 10^6 = 3.37 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|--|-------------------|-----------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 2.52 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $3.89 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{2520} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 3.89 \cdot 10^6 = 1.27 \cdot 10^3 \text{ kN} \quad \text{Axil crítico elástico de pandeo en eje z}$ | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.5$ por lo que $\chi = 0.88$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.82$ por lo que $\chi = 0.65$</p>  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> | | | |
| En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1 | | | |
| N_{Ed} | 255.43 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.65 \cdot 3140 \cdot 261.90 = 534 \text{ kN} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$ $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $255.43 < 534$ <p>CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 3140 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 255.42 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 3140 \cdot 261.90 = 822.38 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 173.50 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 4.35 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 84.85 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 1.60 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 173500 \cdot 261.90 = 44.45 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 84850 \cdot 261.90 = 22.22 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{255.42}{822.38} + \frac{4.35}{44.45} + \frac{1.60}{22.22} < 1$$

$$0.48 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 2 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.5 - 0.2) \frac{255.43}{0.88 \cdot 822} = 1.11$ | | |
| <p>Coefficiente de interacción para eje y</p> | | |
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0.82 - 0.6) \frac{255.43}{0.65 \cdot 822} = 1.50$ | | |
| <p>Coefficiente de interacción para eje z</p> | | |
| <p>Comprobación para todo tipo de sección</p> $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{255.43}{0.88 \cdot 822} + 1.11 \cdot \frac{1 \cdot 60.77}{1 \cdot 45.44} + 0.6 \cdot 1.50 \cdot \frac{1 \cdot 0.16}{22.22} = 0.85$ <p>0.53 < 1 CUMPLE</p> | | |
| <p>Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión</p> $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{255.453}{0.65 \cdot 822} + 0.6 \cdot 1.11 \cdot \frac{1 \cdot 60.77}{1 \cdot 45.44} + 1.50 \cdot \frac{1 \cdot 0.16}{22.22} = 0.52$ <p>0.65 < 1 CUMPLE</p> | | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTv} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTv} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTv} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

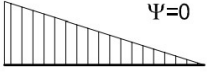
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|---|--------|-----------------|---|
| $W_{pl,y}$ | 173.5 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 389 | cm ⁴ | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 8.2 | cm ⁴ | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 2.52 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{2520} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 389 \cdot 8.2} = 173 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 40.41 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 155 | cm ³ | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTW} = 155 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{2520^2} \cdot 1.88 \cdot 40.41^2 = 155 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{173^2 + 155^2} = 232 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{173.5 \cdot 275}{232}} = 0.14$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.14$, $\chi_{LT} = 1$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

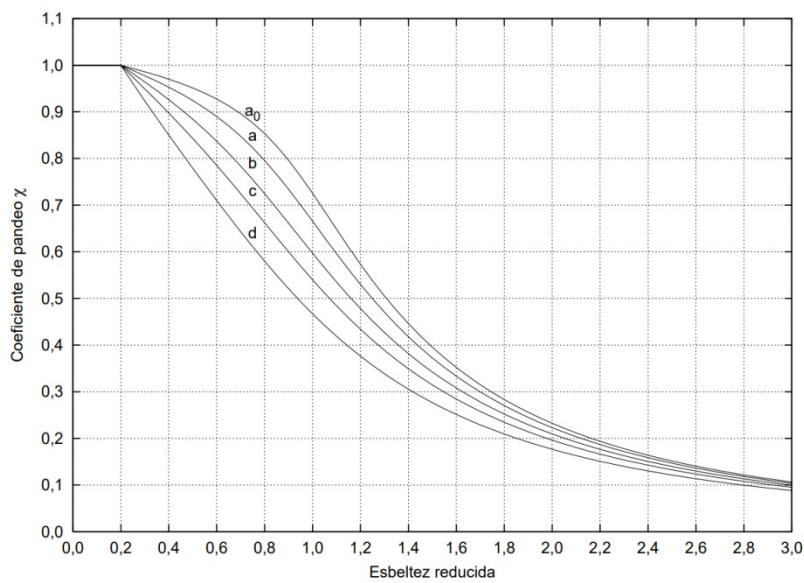


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 7.55 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 1 \cdot 173.5 \cdot 261.90 = 45.43 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$7.55 < 45.43$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

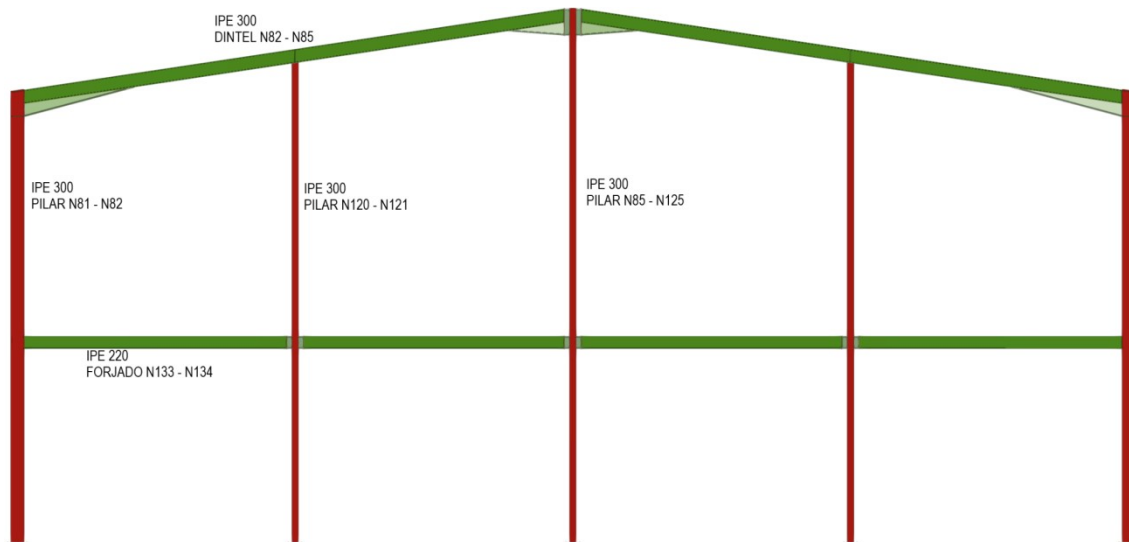
$$\frac{d}{t} = \frac{92}{5.5} = 16.7$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$16.7 < 64.4$$

PÓRTICO HASTIAL OFICINAS

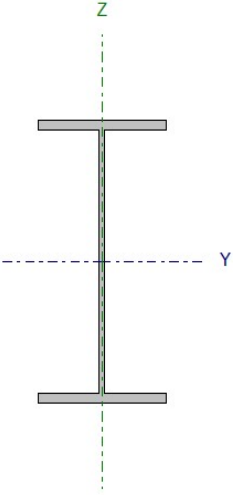


Pórtico hastial que sirve como cerramiento de la zona de oficinas, formado por pilares y dinteles IPE 300, con cartelas inferiores de 2 metros de longitud en la unión del pilar con el dintel. Además, contiene un forjado de entreplanta formado por vigas IPE 270.

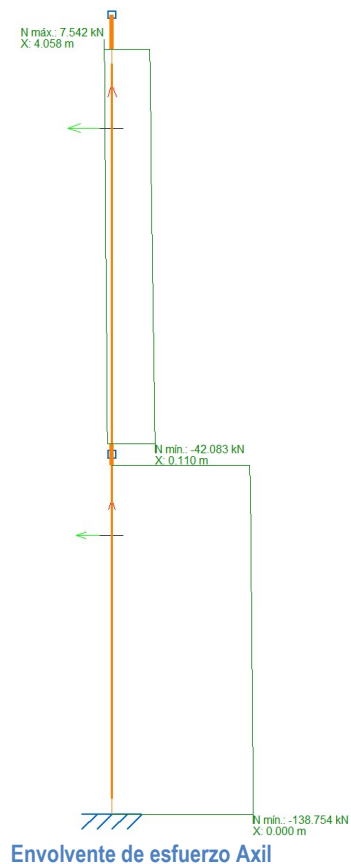
Uniones de nudos rígidos, exceptuando las de los pilares intermedios con los dinteles.

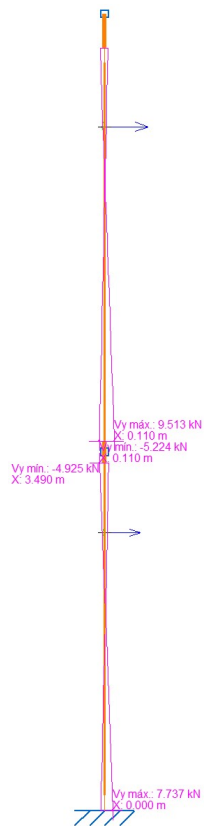
Se va a realizar la comprobación de las barras nombradas en la figura, dado que es un pórtico simétrico, basta con calcular la mitad del mismo donde se hallan los esfuerzos solicitantes de mayor valor.

PILAR N81 – N82

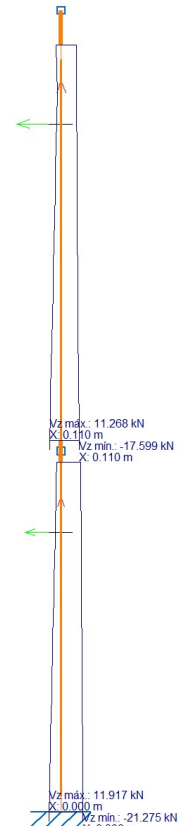
|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N81 | N82 | 8.0 | 5380 | 2567 | 83.60 | 557 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 125 | 6.040 | 80.5 | 33.5 |
| | β | 0.22 | 0.2125 | Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 1.8 | 1.6 | | | | |

A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el pilar. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.

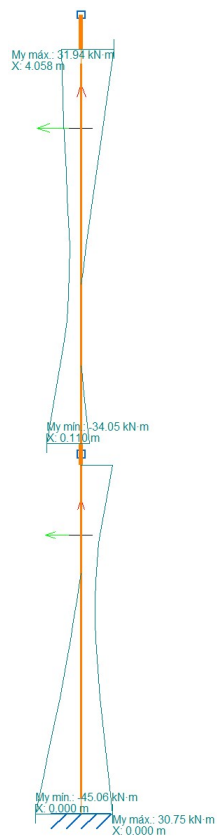




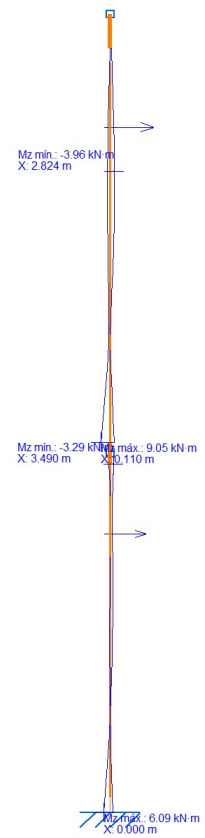
Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 21.28 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 388.15$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 388.15 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 21.28 | < 388.15 | | |
| CUMPLE | | | |

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|----------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{10.7} = 23.27$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 1.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El pilar entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

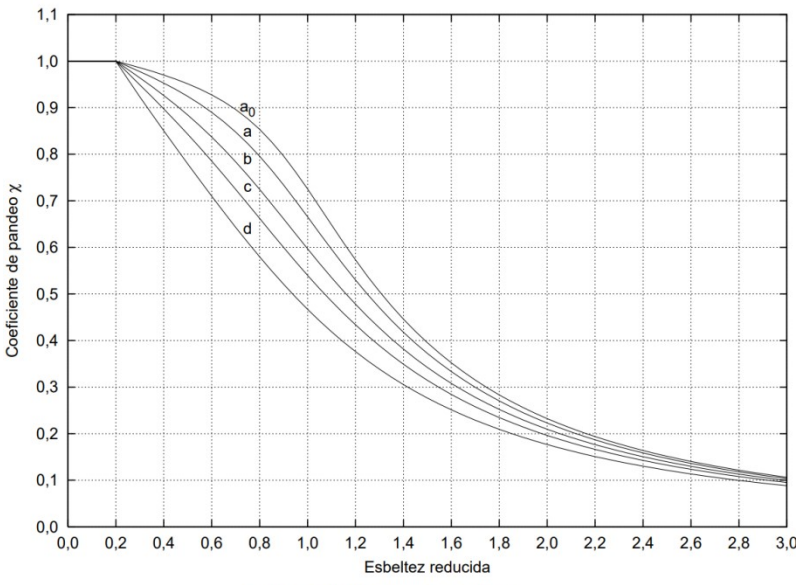
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|--|-------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 1.8 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.6 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{1800} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 83.6 \cdot 10^6 = 53.47 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|--|--------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 1.6 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.040 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{1600} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.040 \cdot 10^6 = 4.89 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.16$ por lo que $\chi = 1$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.55$ por lo que $\chi = 0.81$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 138.75 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.81 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 1141 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $138.75 < 1141$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{zEd} + N_{SEd} \cdot e_{Nz}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 130.37 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409.02 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 628 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 45.06 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 125 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 4.48 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 628000 \cdot 261.90 = 164.57 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 125000 \cdot 261.90 = 32.79 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{130.37}{1409.01} + \frac{45.06}{164.57} + \frac{4.48}{32.79} < 1$$

$$0.5 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | | |
|---|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.16 - 0.2) \frac{130.37}{1 \cdot 1141} = 1$ | | Coefficiente de interacción para eje y |
|---|--|--|

| | | |
|--|--|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0.55 - 0.6) \frac{130.37}{0.81 \cdot 1141} = 1.07$ | | Coefficiente de interacción para eje z |
|--|--|--|

| | | |
|---|--|--|
| Comprobación para todo tipo de sección | | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{130.37}{1 \cdot 1409.01} + 1 \cdot \frac{1 \cdot 45.06}{1 \cdot 164.57} + 0.6 \cdot 1.07 \cdot \frac{1 \cdot 4.48}{32.79} = 0.46$ $0.46 < 1$ <div>CUMPLE</div> | | |

| | | |
|--|--|--|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{130.37}{0.81 \cdot 1409.01} + 0.6 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 45.06}{1 \cdot 164.57} + 1.07 \cdot \frac{1 \cdot 4.48}{32.79} = 0.5$ $0.5 < 1$ <div>CUMPLE</div> | | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

En este caso, no es necesaria la comprobación ya que, según el punto 3 del artículo 6.3.3.1 General:

- 3 No será necesaria la comprobación a pandeo lateral cuando el ala comprimida se arriostra de forma continua o bien de forma puntual a distancias menores de 40 veces el radio de giro mínimo. No obstante, en estos casos se deberá asegurar una rigidez y una resistencia adecuadas de los apoyos laterales.

Radio de giro del cordón comprimido ($i_{fc,z}$)

$$i_{fc,z} = \frac{b}{\sqrt{12}} = \frac{150}{\sqrt{12}} = 43.3$$

El pilar se encuentra arriostrado por las correas laterales cada 1600 mm.

$$40 \cdot i_{fc,z} > 1600$$

$$1732 > 1600$$

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

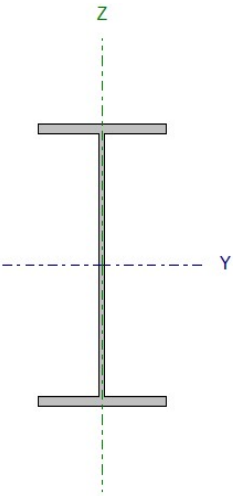
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

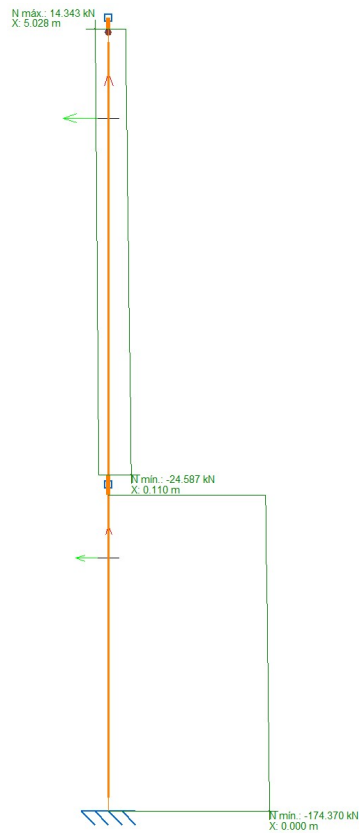
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$35 < 64.4$$

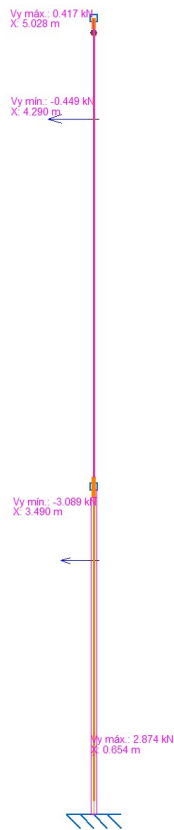
PILAR N120-N121

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N120 | N121 | 8.75 | 5380 | 2567 | 83.60 | 557 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 125 | 6.040 | 80.5 | 33.5 |
| | β | 0.205 | 0.8 | Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 1.8 | 7 | | | | |

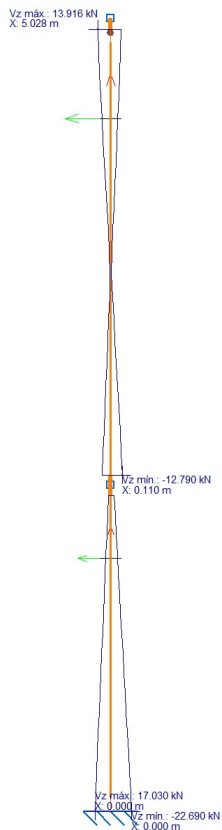
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el pilar. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



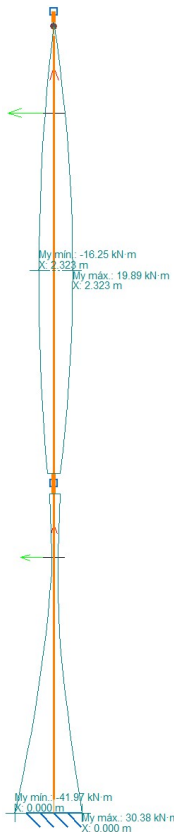
Envolvente de esfuerzo Axial



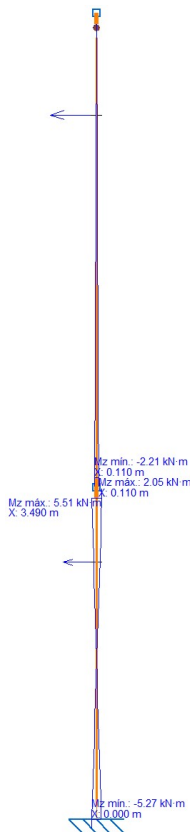
Envolverte de esfuerzo Cortante Y



Envolverte de esfuerzo Cortante Z



Envolverte de esfuerzo Flector Y



Envolverte de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 22.69 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 388.15$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 388.15 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 22.69 | < 388.15 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{7.1} = 35.07$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 2.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

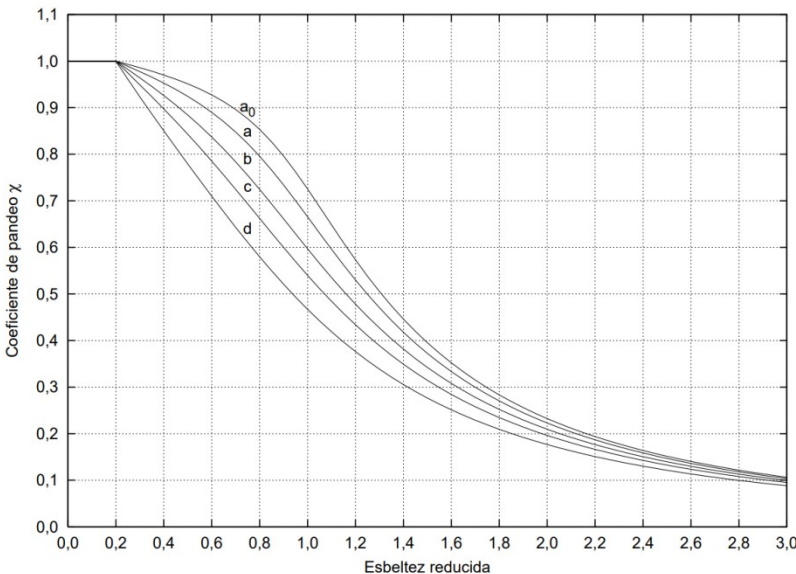
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|--|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 7 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.60 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{7000} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 83.60 \cdot 10^6 = 3.53 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|---|-------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 1.8 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.04 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{1800} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.04 \cdot 10^6 = 3.86 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.64$ por lo que $\chi = 0.81$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.62$ por lo que $\chi = 0.77$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 174.87 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.77 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 1085 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $174.87 < 1085$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 125.83 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 557 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 40 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 80.5 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 4.68 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 557000 \cdot 261.90 = 145 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 80500 \cdot 261.90 = 21.08 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{125.83}{1409} + \frac{40}{145} + \frac{4.68}{21.08} < 1$$

$$0.59 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|--|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.64 - 0.2) \frac{125.83}{0.81 \cdot 1085} = 1.15$ | | |
| <p>Coefficiente de interacción para eje y</p> | | |
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0.62 - 0.6) \frac{125.83}{0.77 \cdot 1085} = 1.19$ | | |
| <p>Coefficiente de interacción para eje z</p> | | |
| <p>Comprobación para todo tipo de sección</p> $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{125.83}{0.81 \cdot 1409} + 1.15 \cdot \frac{1 \cdot 40}{1 \cdot 145} + 0.6 \cdot 1.19 \cdot \frac{1 \cdot 4.68}{21.08} = 0.59$ <p>0.59 < 1 CUMPLE</p> | | |
| <p>Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión</p> $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{125.83}{0.77 \cdot 1409} + 0.6 \cdot 1.15 \cdot \frac{1 \cdot 40}{1 \cdot 145} + 1.19 \cdot \frac{1 \cdot 4.68}{21.08} = 0.57$ <p>0.57 < 1 CUMPLE</p> | | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTV} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTV} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

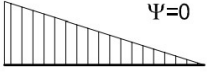
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|---|--------|--------|---|
| $W_{pl,y}$ | 628 | cm^3 | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 604 | cm^4 | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 20.10 | cm^4 | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 1.8 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{1800} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 604 \cdot 20.10} = 471 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 43.3 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 557 | cm^3 | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTW} = 557 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{1800^2} \cdot 1.88 \cdot 43.3^2 = 1256 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{471^2 + 1256^2} = 1341 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{557 \cdot 275}{1341}} = 0.34$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.34$, $\chi_{LT} = 0.93$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

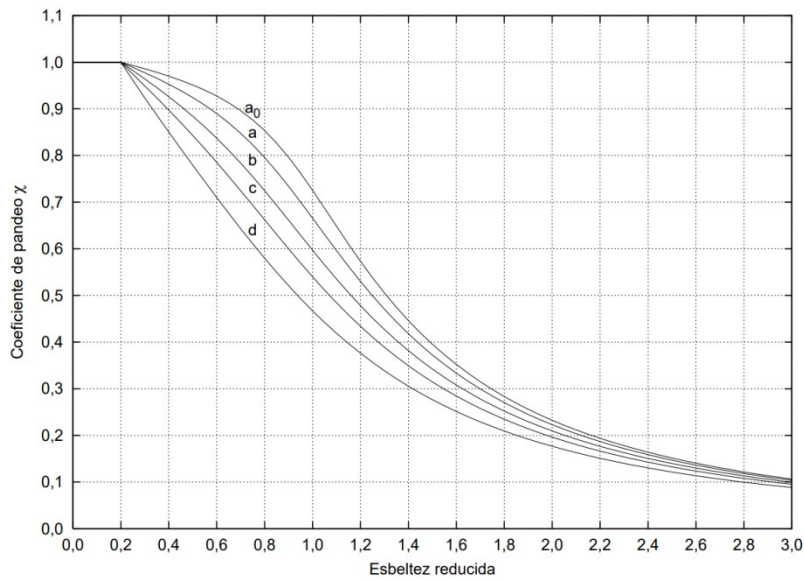


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 40 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 0.93 \cdot 628 \cdot 261.90 = 1537 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$40 < 153$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

No es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

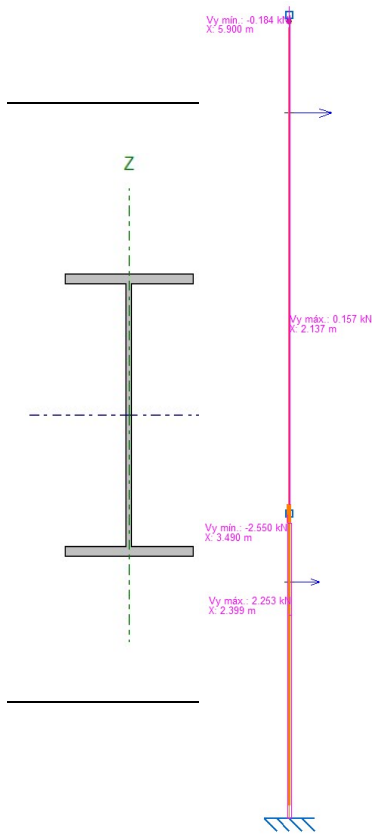
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35.07$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

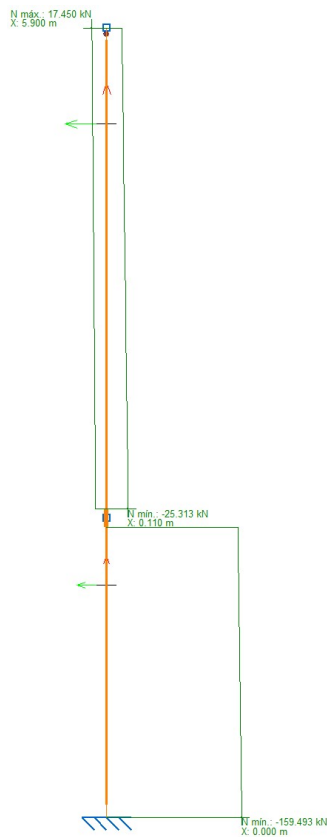
$$35.07 < 64.4$$

PILAR N85-N125



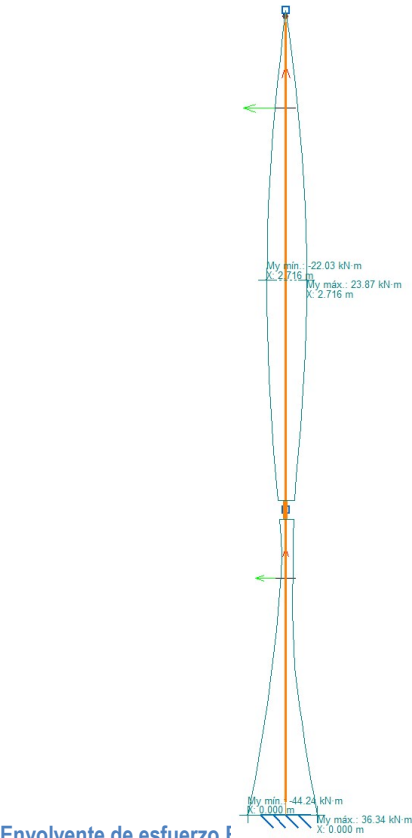
| Nudos | | Características mecánicas | | | |
|----------|--------------|---|---|---|---|
| | Longitud (m) | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| Final | | | | | |
| N125 | 9.5 | 5380 | 2567 | 83.60 | 557 |
| Pandeo | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| Plano XY | Plano XZ | 125 | 6.040 | 80.5 | 33.5 |
| 0.205 | 0.8 | Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275) | | | |
| 1.8 | 7.6 | | | | |

A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el pilar. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.

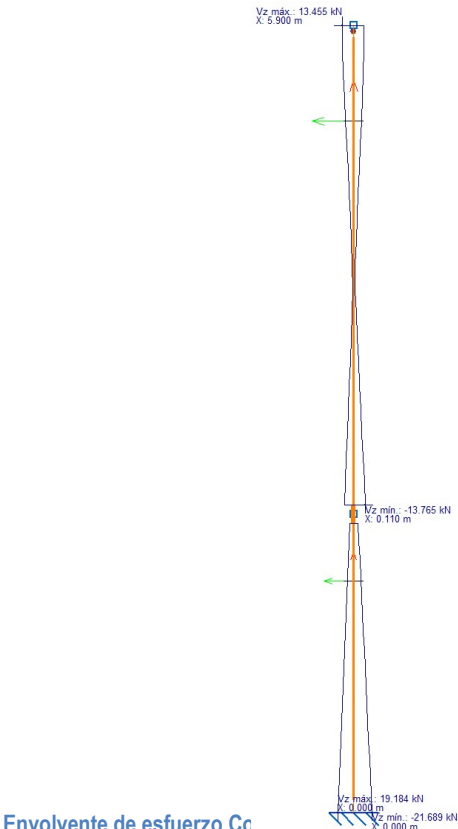


Envolvente de esfuerzo Axial

Envolvente de esfuerzo Cortante Y

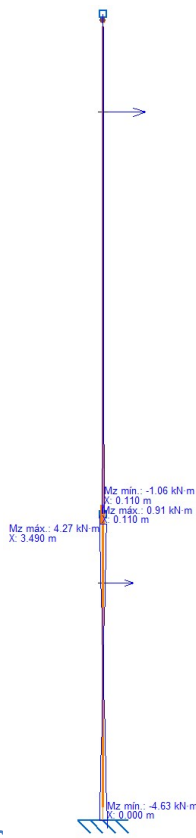


Envolvente de esfuerzo Cc



Envolvente de esfuerzo Flecto...

Envolvente de esfuerzo Flecto...



Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 21.69 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 388.15$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 388.15 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 21.69 | < 388.15 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el pilar, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{7.1} = 35.07$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Pilar bajo compresión. Por tanto, clase 2.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

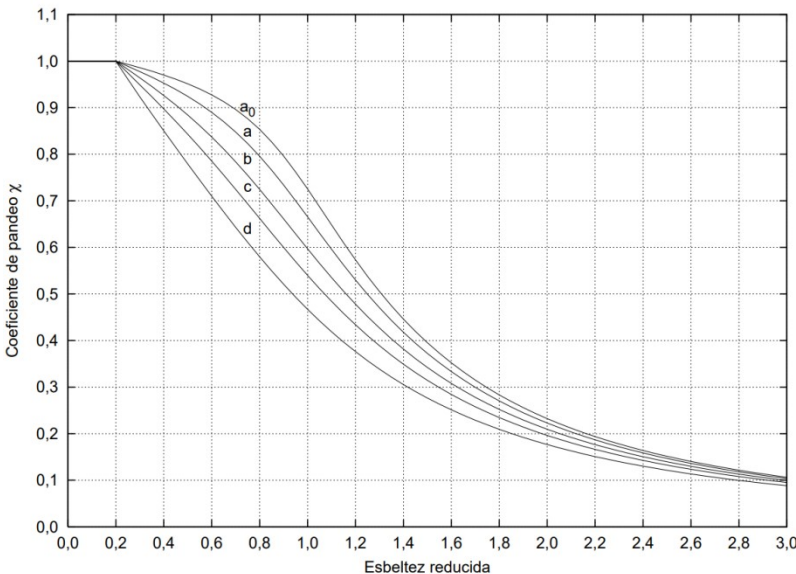
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|--|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 6.125 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.60 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{7000} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 83.60 \cdot 10^6 = 3.53 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|---|-------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 6.125 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.04 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{1800} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.04 \cdot 10^6 = 3.86 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.64$ por lo que $\chi = 0.81$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.62$ por lo que $\chi = 0.77$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 159.49 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.77 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 1085 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $159.49 < 1085$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 104.79 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 557 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 41 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 80.5 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 4.63 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 557000 \cdot 261.90 = 145 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 80500 \cdot 261.90 = 21.08 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{104.79}{1409} + \frac{41}{145} + \frac{4.63}{21.08} < 1$$

$$0.58 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 1 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|---|---------------------------------------|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.64 - 0.2) \frac{104.79}{0.81 \cdot 1085} = 0.95$ | Coeficiente de interacción para eje y |
|---|---------------------------------------|

| | |
|---|---------------------------------------|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0.62 - 0.6) \frac{104.79}{0.77 \cdot 1085} = 1$ | Coeficiente de interacción para eje z |
|---|---------------------------------------|

| | |
|---|--|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{104.79}{0.81 \cdot 1409} + 1 \cdot \frac{1 \cdot 41}{1 \cdot 145} + 0.6 \cdot 0.95 \cdot \frac{1 \cdot 4.63}{21.08} = 0.50$ $0.50 < 1$ <div>CUMPLE</div> | |

| | |
|---|--|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{104.79}{0.77 \cdot 1409} + 0.6 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 41}{1 \cdot 145} + 0.95 \cdot \frac{1 \cdot 4.63}{21.08} = 0.48$ $0.48 < 1$ <div>CUMPLE</div> | |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTv} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTv} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTv} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

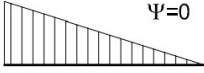
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de solici- tación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|---|--------|--------|---|
| $W_{pl,y}$ | 628 | cm^3 | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 604 | cm^4 | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 20.10 | cm^4 | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 1.8 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{1800} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 604 \cdot 20.10} = 471 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 43.3 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 557 | cm^3 | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTW} = 557 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{1800^2} \cdot 1.88 \cdot 43.3^2 = 1256 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{471^2 + 1256^2} = 1341 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{557 \cdot 275}{1341}} = 0.34$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.34$, $\chi_{LT} = 0.93$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

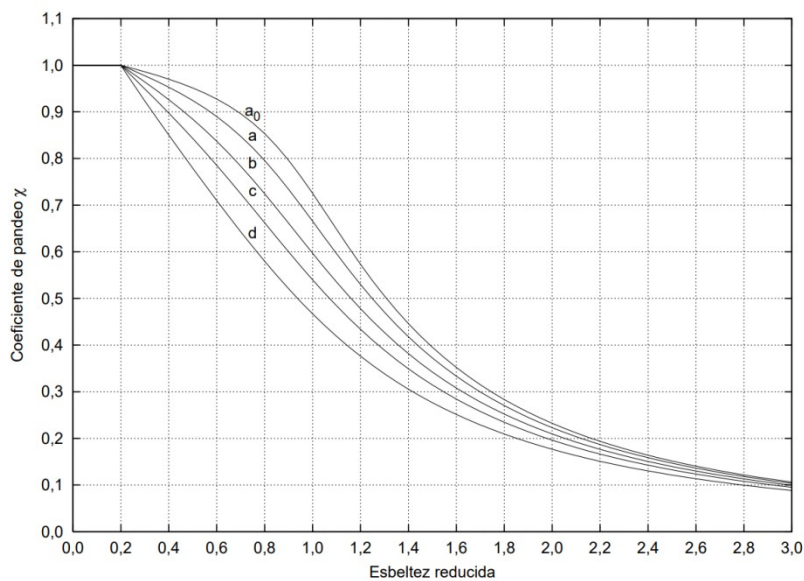


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 41 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 0.93 \cdot 628 \cdot 261.90 = 1537 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$41 < 153$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

No es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

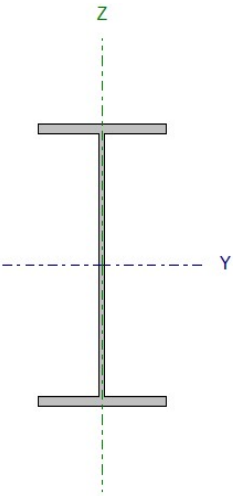
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35.07$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

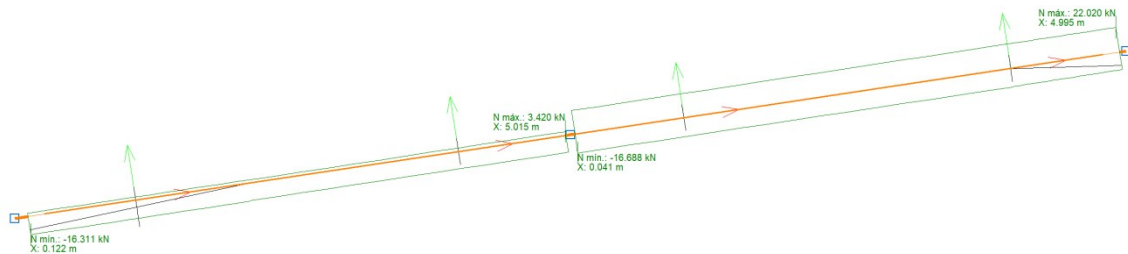
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$35.07 < 64.4$$

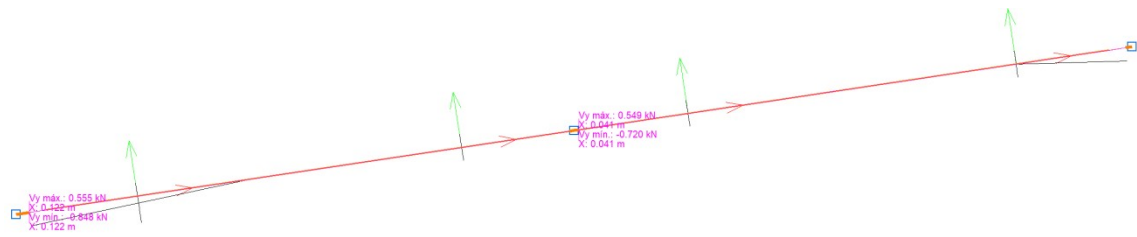
DINTEL N82-N85

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N82 | N85 | 10.11 | 5380 | 2567 | 83.60 | 557 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 125 | 6.040 | 80.5 | 33.5 |
| | β | 0.2 | 1.3 | Perfil: IPE 300 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 2.02 | 13.14 | | | | |

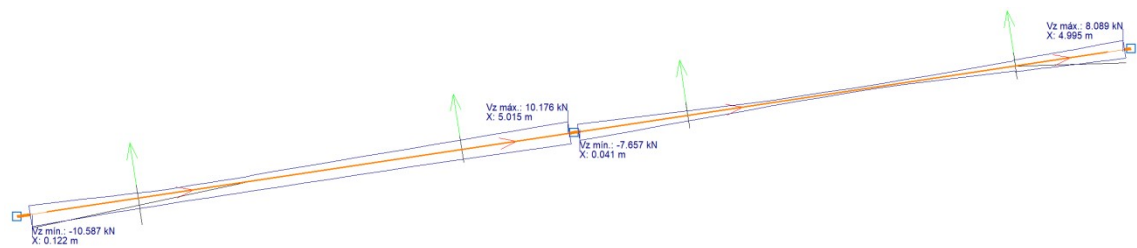
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el dintel. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



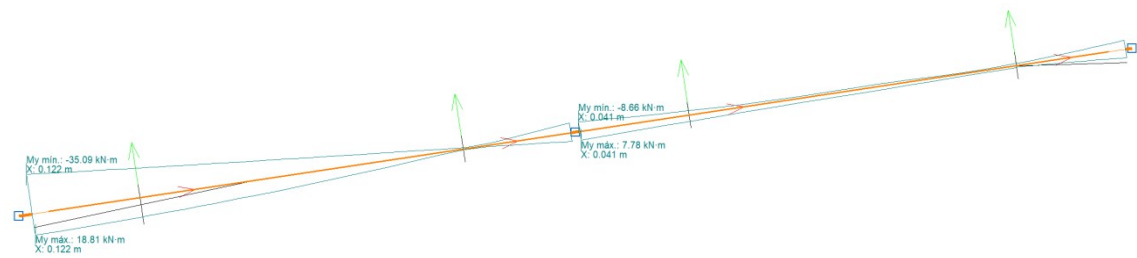
Envolvente de esfuerzo Axil



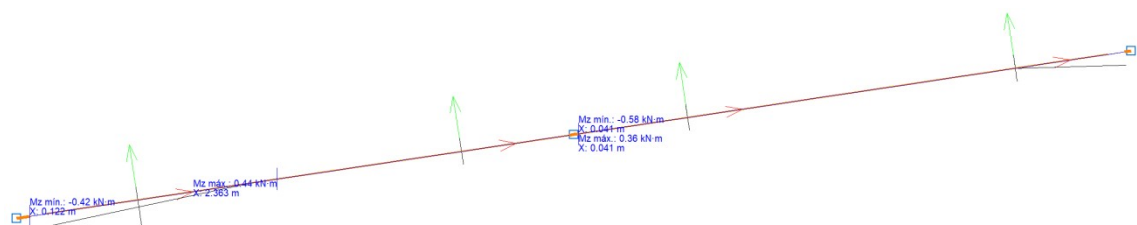
Envoltura de esfuerzo Cortante Y



Envoltura de esfuerzo Cortante Z



Envoltura de esfuerzo Flector Y



Envoltura de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|--|---------------|-------------------|---|
| A_v | 2567 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 10.18 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2567 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 388$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 289.235 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 10.18 | < 388 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene el dintel, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{249}{7.1} = 35.07$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Dintel bajo compresión. Por tanto, clase 2.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

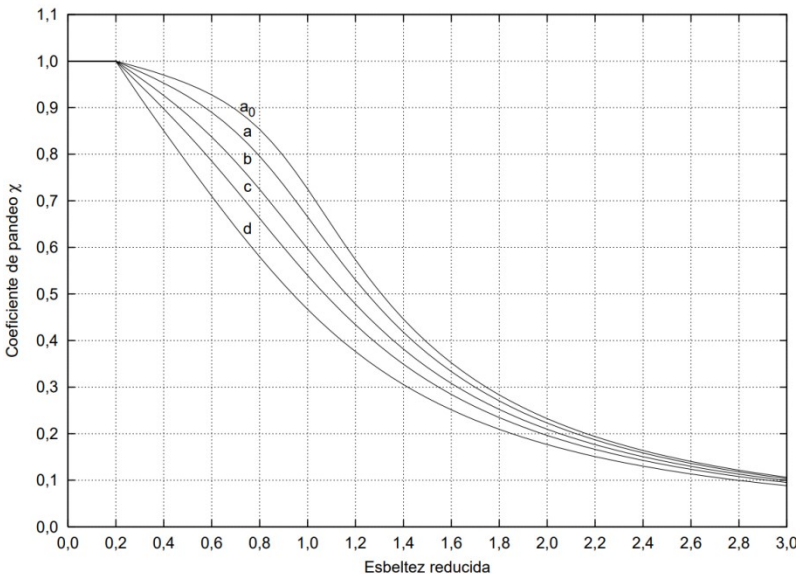
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|--|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 13140 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $83.70 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{13140} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 83.70 \cdot 10^6 = 1 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|--|--------------------|-----------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 2.02 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $6.040 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{2020} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 6.040 \cdot 10^6 = 3.06 \cdot 10^3 \text{ kN}$ <p>Axil crítico elástico de pandeo en eje z</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 1.21$ por lo que $\chi = 0.57$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p> <p>Para el eje z, $\bar{\lambda} = 0.5$ por lo que $\chi = 0.84$</p> <div style="text-align: center;">  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> </div> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 15.75 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> $N_{b,Rd} = 0.57 \cdot 5380 \cdot 261.90 = 803 \text{ kN}$ <p>Resistencia de cálculo a pandeo</p> $N_{Ed} < N_{b,Rd}$ $15.75 < 803$ <p style="text-align: center;">CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{zEd}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{zEd} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 5380 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 13.91 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 5380 \cdot 261.90 = 1409 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 557 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 17.4 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 6.040 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.29 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 557000 \cdot 261.90 = 145.85 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 60400 \cdot 261.90 = 15.8 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{13.91}{1409} + \frac{17.4}{145.85} + \frac{0.29}{15.8} < 1$$

$$0.15 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 2 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_y = 1 + (1.21 - 0.2) \frac{11.02}{0.57 \cdot 803} = 1.02$ | Coefficiente de interacción para eje y |

| | |
|---|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ | |
| $k_z = 1 + (2 \cdot 0.5 - 0.6) \frac{11.02}{0.84 \cdot 803} = 1$ | Coefficiente de interacción para eje z |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{13.91}{0.57 \cdot 1409} + 1.02 \cdot \frac{1 \cdot 17.40}{1 \cdot 145.8} + 0.6 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 0.29}{15.8} = 0.15$ | |
| 0.15 < 1 | CUMPLE |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{13.91}{0.84 \cdot 1409} + 0.6 \cdot 1.02 \cdot \frac{1 \cdot 17.40}{1 \cdot 145.8} + 1 \cdot \frac{1 \cdot 0.29}{15.8} = 0.11$ | |
| 0.11 < 1 | CUMPLE |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTV} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTV} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

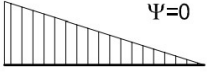
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de sollicitación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|--|--------|--------|---|
| $W_{pl,y}$ | 628 | cm^3 | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 604 | cm^4 | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 20.1 | cm^4 | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 2.02 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{2020} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 604 \cdot 20.1} = 420 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 43 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 557 | cm^4 | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTW} = 324 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{2020^2} \cdot 1.88 \cdot 43^2 = 983 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{420^2 + 983^2} = 1069 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{324 \cdot 275}{1069}} = 0.4$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.4$, $\chi_{LT} = 0.89$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

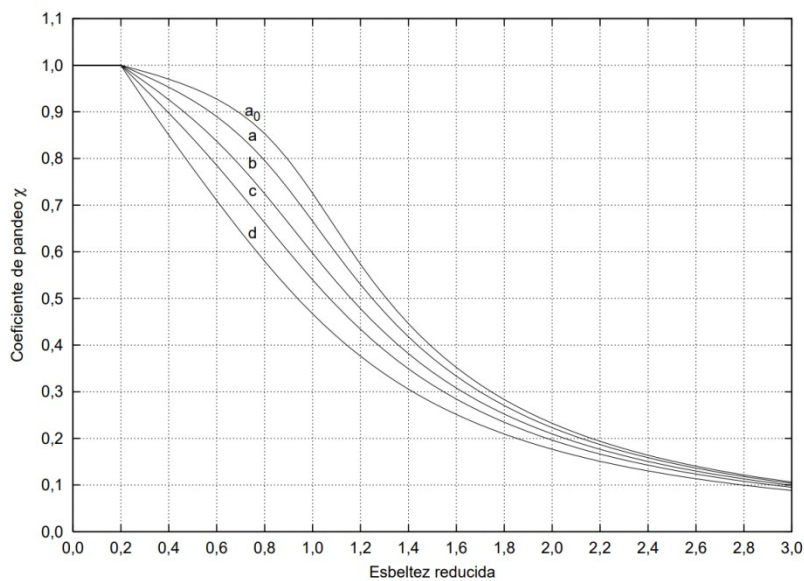


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 17.40 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 0.89 \cdot 557 \cdot 261.90 = 130 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$17.40 < 130$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

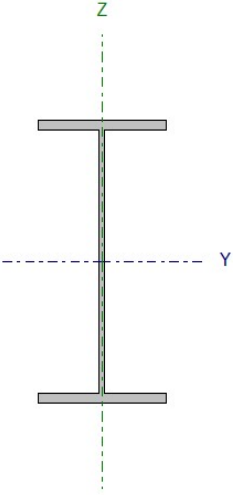
$$\frac{d}{t} = \frac{249}{7.1} = 35.07$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

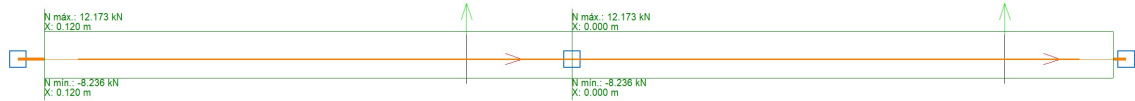
$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$35.07 < 64.4$$

FORJADO N146 – N144

|  | Nudos | | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|--|----------------|----------|-----------------|---|---|--|--|
| | Inicial | Final | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁶ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | N143 | N144 | 5 | 4590 | 2209 | 57.90 | 429 |
| | Pandeo | | | i _y (mm) | I _z (10 ⁶ mm ⁴) | W _z (10 ³ mm ³) | i _z (mm) |
| | | Plano XY | Plano XZ | 112.0 | 4.2 | 62.2 | 30.2 |
| | β | 0 | 1 | Perfil: IPE 270 Material: Acero (S275) | | | |
| | L _k | 0 | 5 | | | | |

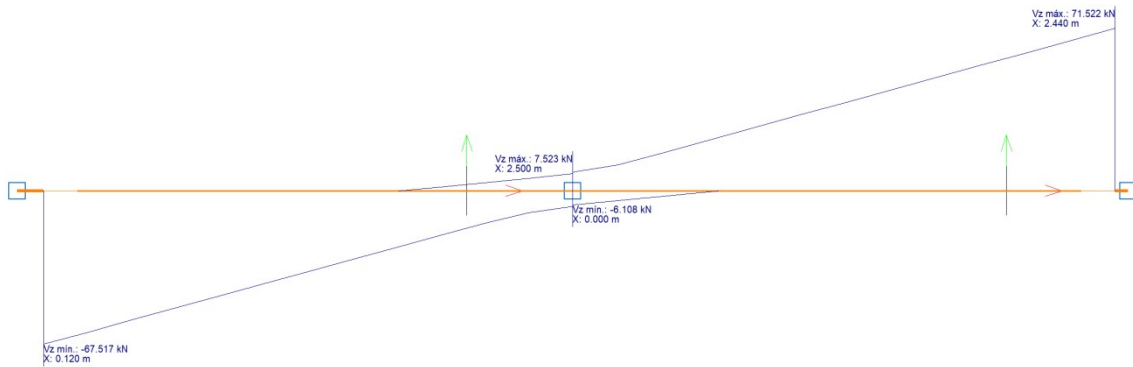
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido el dintel. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



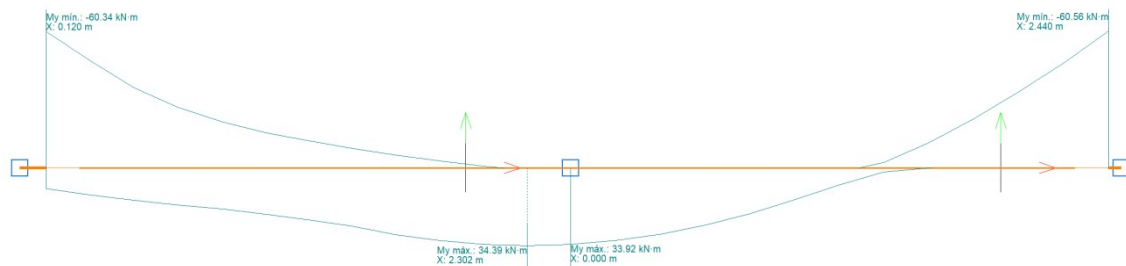
Envolvente de esfuerzo Axil



Envolvente de esfuerzo Cortante Y



Envolvente de esfuerzo Cortante Z



Envolvente de esfuerzo Flector Y



Envolvente de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|--|--------|-------------------|---|
| A_v | 2209 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 71.52 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 2209 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 334$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 334 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < | $V_{pl,Rd}$ | |
| 71.52 | < | 334 | CUMPLE |

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene la viga, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{220}{6.6} = 33.3$$

$$33\varepsilon = 33.3$$

Viga bajo compresión. Por tanto, clase 2.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

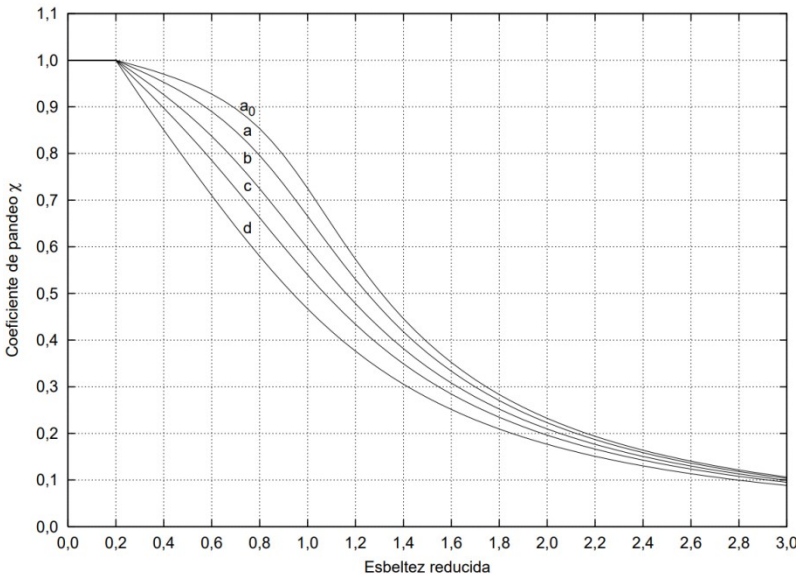
6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 4590 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_{ky} | 5 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I_y | $54.90 \cdot 10^6$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{L_{ky}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr,y} = \left(\frac{\pi}{5000} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 57.90 \cdot 10^6 = 4.8 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

| | | | |
|--|------------------|---------------|--------------------------------------|
| L_{kz} | 0 | m | Longitud de pandeo en eje z |
| I_z | $4.2 \cdot 10^6$ | mm^4 | Momento de inercia respecto al eje z |
| $N_{cr,z} = \left(\frac{\pi}{L_{kz}} \right)^2 \cdot E \cdot I$ <p>No puede pandear en el eje Z.</p> | | | |
| $\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$ <p>Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo</p> <p>Para el eje y, $\bar{\lambda} = 0.52$ por lo que $\chi = 0.875$ (figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)</p>  <p>Figura 6.3 Curvas de pandeo</p> <p>En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 2, requerido según el Artículo 6.3.1</p> | | | |
| N_{Ed} | 8.24 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
| $N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ <p>Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable</p> <p>$N_{b,Rd} = 0.875 \cdot 4590 \cdot 261.90 = 1052 \text{ kN}$ Resistencia de cálculo a pandeo</p> <p>$N_{Ed} < N_{b,Rd}$</p> <p>8.24 < 1052 CUMPLE</p> | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 4590 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 6.78 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 4590 \cdot 261.90 = 1202 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 429 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 60.56 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 62.2 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.19 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 429000 \cdot 261.90 = 112 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 62200 \cdot 261.90 = 16 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{6.78}{1202} + \frac{60.56}{112} + \frac{0.19}{16} < 1$$

$$0.56 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 2 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---------------------|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |

| | |
|--|--|
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (0.52 - 0.2) \frac{17.27}{0.875 \cdot 1052} = 1$ | Coefficiente de interacción para eje y |
|--|--|

| | |
|---|--|
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 0 - 0.6) \frac{17.27}{1 \cdot 1052} = 0.99$ | Coefficiente de interacción para eje z |
|---|--|

| | |
|---|--------|
| Comprobación para todo tipo de sección | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{6.78}{0.875 \cdot 1202} + 1 \cdot \frac{1 \cdot 60.56}{1 \cdot 112} + 0.6 \cdot 0.99 \cdot \frac{1 \cdot 0.19}{16} = 0.83$ | |
| 0.56 < 1 | CUMPLE |

| | |
|---|--------|
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ | |
| $\frac{6.78}{1 \cdot 1202} + 0.6 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 60.56}{1 \cdot 112} + 0.99 \cdot \frac{1 \cdot 0.19}{16} = 0.50$ | |
| 0.34 < 1 | CUMPLE |

Resistencia a pandeo lateral (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Según el artículo 6.3.3.2 Pandeo lateral:

6.3.3.2 Pandeo lateral

- 1 Si existe la posibilidad de que una viga pandee lateralmente, debe comprobarse que $M_{Ed} \leq M_{b,Rd}$; donde M_{Ed} es el valor de cálculo del momento flector y $M_{b,Rd}$ el valor de cálculo de la resistencia frente a pandeo lateral. $M_{b,Rd}$ se podrá determinar de acuerdo con la relación:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad (6.31)$$

siendo

W_y módulo resistente de la sección, acorde con el tipo de ésta, es decir:

W_y : $W_{pl,y}$ para secciones de clases 1 y 2

La esbeltez relativa frente al pandeo lateral se determinará según la relación

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} \quad (6.34)$$

donde

M_{cr} momento crítico elástico de pandeo lateral. El momento crítico elástico de pandeo lateral se determinará según la teoría de la elasticidad, por ejemplo de acuerdo con 6.3.3.3.

$$M_{CR} = \sqrt{M_{LTV}^2 + M_{LTW}^2} \quad (6.35)$$

siendo:

M_{LTV} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra (S. Venant)

M_{LTW} componente de M_{CR} que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

La componente M_{LTV} del momento crítico elástico de pandeo lateral se podría determinar a partir de la ecuación:

$$M_{LTV} = C_1 \frac{\pi}{L_C} \sqrt{G I_T E I_z} \quad (6.36)$$

$$M_{LTW} = W_{el,y} \frac{\pi^2 E}{L_C^2} C_1 i_{f,z}^2 \quad (6.37)$$

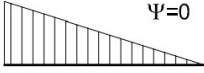
siendo

$W_{el,y}$ módulo resistente elástico de la sección, según el eje de fuerte inercia, correspondiente a la fibra más comprimida

$i_{f,z}$ radio de giro, con respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma, adyacente al ala comprimida

El factor C_1 se obtiene de la tabla 6.7.

Tabla 6.7 Valor del factor C_1 correspondiente a los valores del factor k_φ ($k_w=1$)

| Condiciones de apoyo y tipo de solici- tación | Diagrama de momentos flectores | C_1 |
|--|---|-------|
| |  | 1,88 |

| | | | |
|--|--------|--------|---|
| $W_{pl,y}$ | 484 | cm^3 | Módulo resistente plástico |
| G | 81000 | MPa | Módulo de elasticidad transversal |
| E | 210000 | MPa | Módulo de elasticidad |
| I_z | 402 | cm^4 | Momento de inercia de la sección |
| I_T | 15.4 | cm^4 | Módulo de torsión de la sección |
| L_c | 5 | m | Longitud de pandeo lateral |
| C_1 | 1.88 | | Factor dependiente de las condiciones de la barra |
| $M_{cr} = C_1 \cdot \frac{\pi}{L_c} \sqrt{E \cdot G \cdot I_z \cdot I_T}$ $M_{LTv} = 1.88 \cdot \frac{\pi}{5000} \sqrt{210000 \cdot 81000 \cdot 402 \cdot 15.4} = 121 \text{ kNm}$ | | | |
| $i_{f,z}$ | 39 | mm | Radio de giro del ala comprimida |
| $W_{el,y}$ | 429 | cm^3 | Módulo resistente elástico |
| $M_{LTW} = W_{el,y} \cdot \frac{\pi^2 \cdot E}{L_c^2} \cdot C_1 \cdot i_{f,z}^2$ $M_{LTW} = 429 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210000}{5000^2} \cdot 1.88 \cdot 39^2 = 101 \text{ kNm}$ | | | |
| $M_{cr} = \sqrt{M_{LTv}^2 + M_{LTW}^2}$ $M_{cr} = \sqrt{121^2 + 101^2} = 157 \text{ kNm}$ | | | |

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y \cdot f_y}{M_{cr}}}$$

$$\overline{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{484 \cdot 275}{157}} = 0.03$$

Para $\overline{\lambda}_{LT} = 0.03$, $\chi_{LT} = 1$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

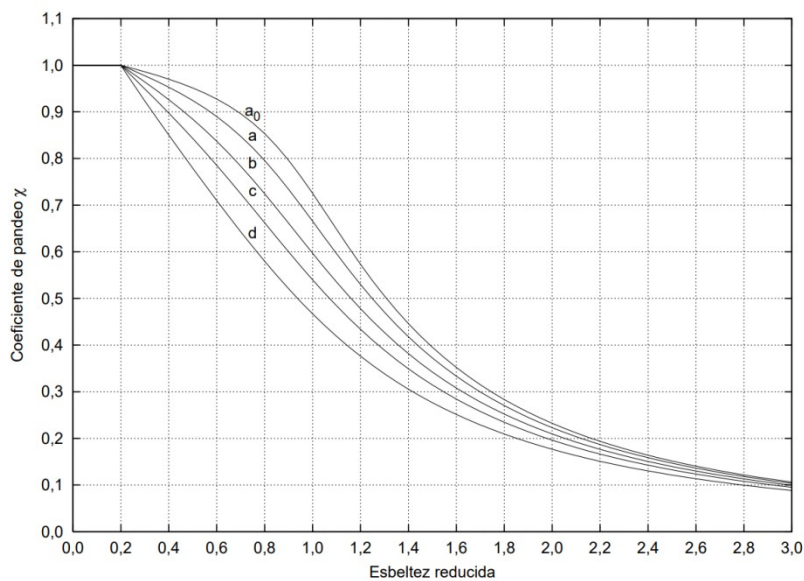


Figura 6.3 Curvas de pandeo

M_{Ed} 60.56 kN Momento flector de cálculo pésimo

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}$$

$$M_{b,Rd} = 1 \cdot 484 \cdot 261.90 = 126 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de cálculo a pandeo}$$

$$M_{Ed} < M_{b,Rd}$$

$$60.56 < 126$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

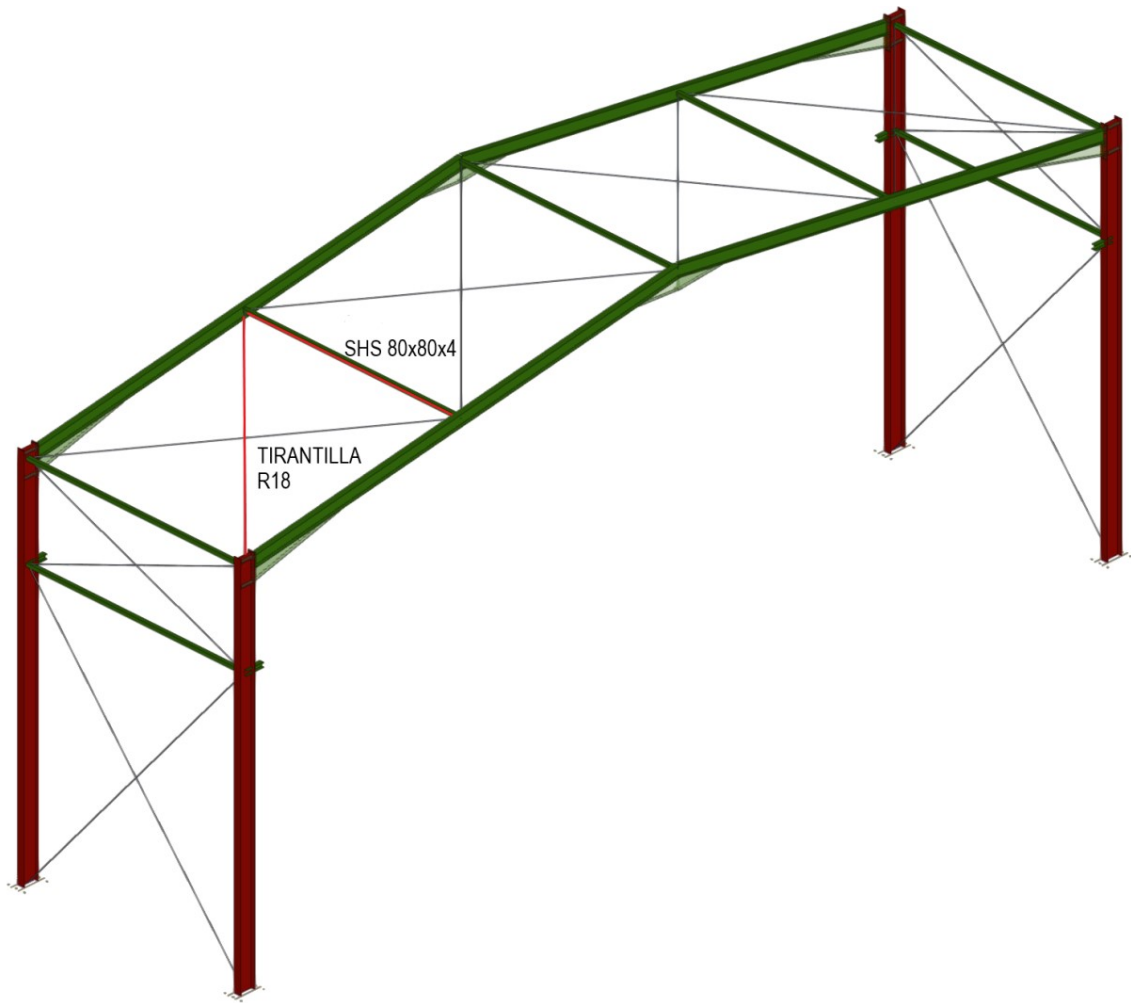
$$\frac{d}{t} = \frac{220}{6.6} = 33.3$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$33.3 < 64.4$$

CELOSÍA

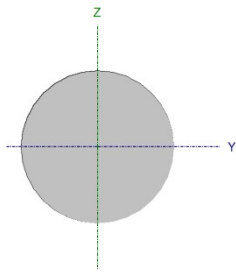


El arriostramiento que hay colocado es de cruz de San Andrés, formado por tirantillas R18, y perfil cuadrado hueco SHS 80x80x4.

Dado que es la misma configuración para los diferentes pórticos arriostrados, se procede a calcular la tirantilla y el perfil cuadrado con mayor sollicitación de cargas.

TIRANTILLA R18

Características mecánicas



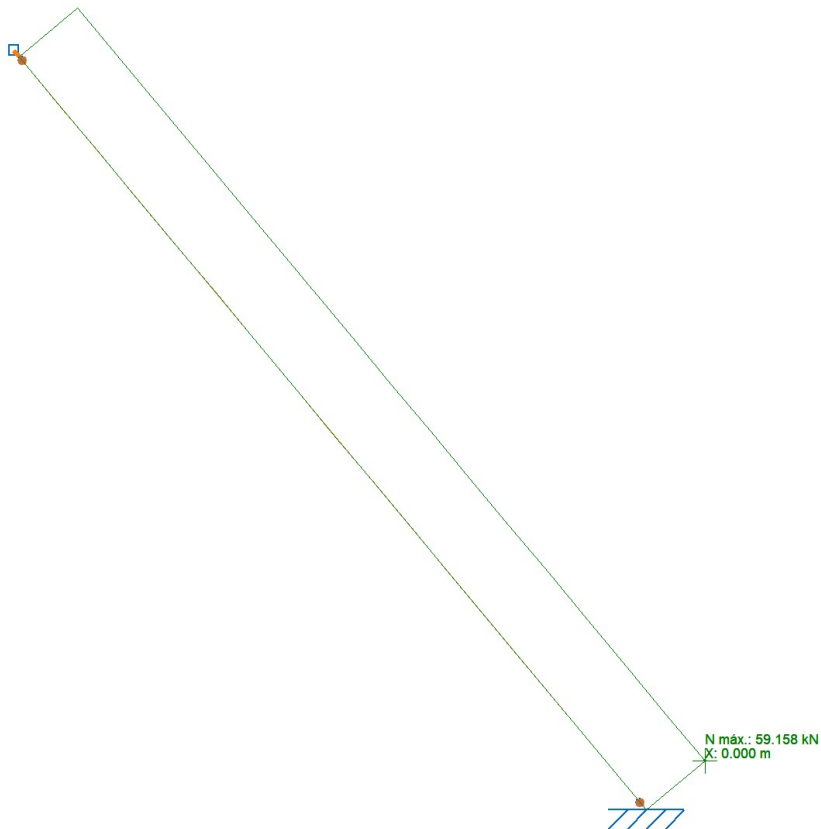
A
(mm²)

254

Longitud
(m)

7.81

Perfil: R18
Material: Acero (S275)



Envolvente de esfuerzo Axil

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

6.2.3 Resistencia de las secciones a tracción

- 1 Como resistencia de las secciones a tracción, $N_{t,Rd}$, puede emplearse la plástica de la sección bruta sin superar la última de la sección neta:

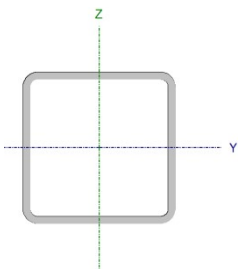
$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad (6.2)$$

$$N_{t,Rd} \leq N_{u,Rd} = 0,9 \cdot A_{neta} \cdot f_{ud} \quad (6.3)$$

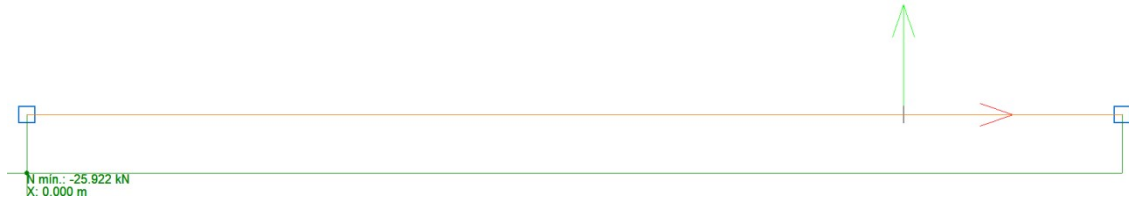
| | | | |
|--|--------|-------------------|---|
| A | 254 | mm ² | Área transversal a axil |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N_{Ed} | 59.16 | kN | Esfuerzo axil solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$ | | | |
| $N_{t,Rd} = 254 \cdot 261.90 = 66.52 \text{ kN}$ | | | |
| $N_{t,Rd}$ | 66.52 | kN | Resistencia de la sección a axil |
| N_{Ed} | < | $N_{t,Rd}$ | |
| 59.16 | < | 66.52 | CUMPLE |

La única sollicitación que tiene una tirantilla es la de tracción, ya que, al estar en cruz de San Andrés, solo puede estar en dos estados, o trabajando a tracción pura, o en reposo bajo ninguna carga.

SHS 80x80x4

|  | Longitud (m) | Características mecánicas | | | |
|---|-----------------|---------------------------|--------------------------------------|---|--|
| | | A (mm ²) | A _v (mm ²) | I _y (10 ⁴ mm ⁴) | W _y (10 ³ mm ³) |
| | 5 | 1160 | 576 | 108.80 | 27.20 |
| Pandeo | | | | | |
| | | Plano XY | Plano XZ | Perfil: SHS 80x80x4 Material: Acero (S275) | |
| β | 0.85 | 0.85 | | | |
| L _k | 4.25 | 4.25 | | | |

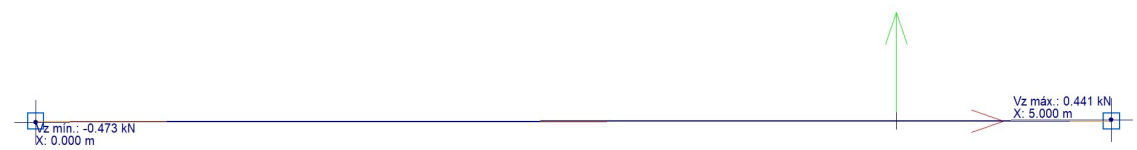
A continuación se muestran las leyes de esfuerzos a los que se encuentra sometido la viga. Por tanto, se escogerán, para la comprobación, los valores de mayor valor, sin necesidad de mayorar, puesto que ya está incluida la mayoración en las envolventes.



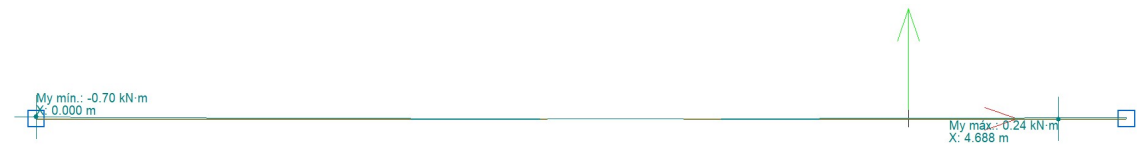
Envolvente de esfuerzo Axil



Envoltura de esfuerzo Cortante Y



Envoltura de esfuerzo Cortante Z



Envoltura de esfuerzo Flector Y



Envoltura de esfuerzo Flector Z

Resistencia a cortante Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

| | | | |
|---|---------------|-------------------|---|
| A_v | 576 | mm ² | Área transversal a cortante |
| f_{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| V_{Ed} | 0.47 | kN | Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo |
| $V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$ | | | |
| $V_{pl,Rd} = 576 \cdot \frac{261.90}{\sqrt{3}} = 87.10$ | | | |
| $V_{pl,Rd}$ | 240.59 | kN | Resistencia de la sección a cortante |
| V_{Ed} | < $V_{pl,Rd}$ | | |
| 0.47 | < 87.10 | | |

CUMPLE

Resistencia a pandeo (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2.1)

Debido a la sollicitación de compresión que tiene la viga, se debe verificar que no pandea ante este esfuerzo. En este caso, el tipo de clase es, según la tabla 5.3:

Tabla 5.3 Límites de esbeltez para elementos planos, apoyados en dos bordes, total o parcialmente comprimidos

| Geometría | | | | |
|----------------------------|----------------|--------------------------------|---------|---------|
| | | | | |
| Solicitación | Elemento plano | Límite de esbeltez: c/t máximo | | |
| Compresión + Tracción - | | Clase 1 | Clase 2 | Clase 3 |
| Compresión | | 33 ε | 38 ε | 42 ε |
| Flexión simple | | 72 ε | 83 ε | |
| | | | | 124 ε |

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{c}{t} = \frac{80}{4} = 20$$

$$33\varepsilon = 30.36$$

Viga bajo compresión. Por tanto, clase 1.

Según el artículo 6.3.2 Compresión, punto 3:

- 3 Como capacidad a pandeo por flexión, en compresión centrada, de una barra de sección constante, puede tomarse

$$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd} \quad (6.17)$$

siendo

A área de la sección transversal en clases 1, 2 y 3, o área eficaz A_{eff} en secciones de clase 4,

f_{yd} resistencia de cálculo del acero, tomando $f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$ con $\gamma_{M1} = 1,05$ de acuerdo a 2.3.3

χ coeficiente de reducción por pandeo, cuyo valor puede obtenerse en los epígrafes siguientes en función de la esbeltez reducida y la curva de pandeo apropiada al caso.

El dintel entra dentro del conjunto de barras rectas y tiene sección constante, por lo cual, junto con el artículo 6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante:

6.3.2.1 Barras rectas de sección constante y axil constante

- 1 Se denomina esbeltez reducida $\bar{\lambda}$, a la raíz cuadrada del cociente entre la resistencia plástica de la sección de cálculo y la compresión crítica por pandeo, de valor

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}} \quad (6.18)$$

$$N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$$

| | | | |
|---|--------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 1174 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f_y | 275 | N/mm ² | Límite elástico |
| E | 210000 | N/mm ² | Módulo de elasticidad |
| L_k | 4.25 | m | Longitud de pandeo en eje y |
| I | $108.8 \cdot 10^4$ | mm ⁴ | Momento de inercia respecto al eje y |
| $N_{cr} = \left(\frac{\pi}{L_k} \right)^2 \cdot E \cdot I$ | | | |
| $N_{cr} = \left(\frac{\pi}{4.250} \right)^2 \cdot 210000 \cdot 108.8 \cdot 10^4 = 0.15 \cdot 10^3 \text{ kN}$ Axil crítico elástico de pandeo en eje y | | | |

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

Esbeltez reducida, con la cual se obtiene el coeficiente χ de reducción por pandeo

$$\bar{\lambda} = 1.46 \text{ por lo que } \chi = 0.33$$

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

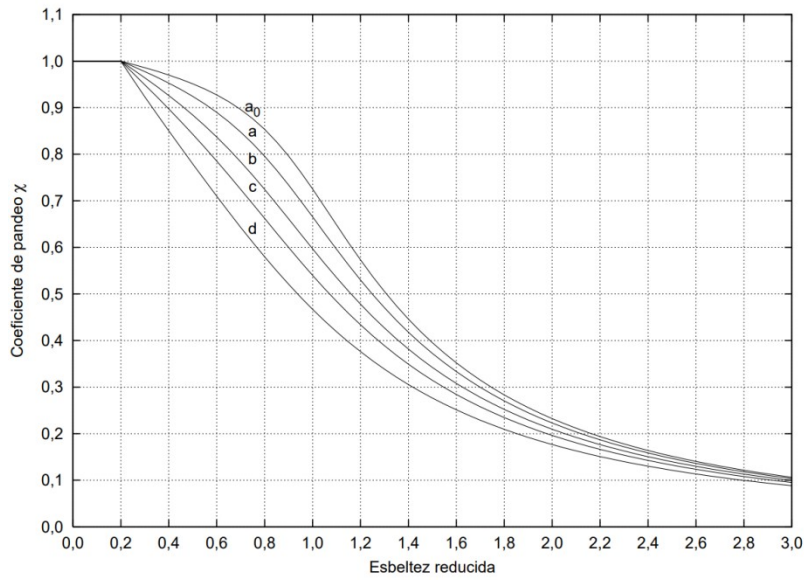


Figura 6.3 Curvas de pandeo

En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 3, requerido según el Artículo 6.3.1

| | | | |
|----------|-------|----|--------------------------------------|
| N_{Ed} | 25.92 | kN | Axil de compresión de cálculo pésimo |
|----------|-------|----|--------------------------------------|

$N_{b,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ Con la χ más pequeña para valorar la situación más desfavorable

$N_{b,Rd} = 0.33 \cdot 1174 \cdot 261.90 = 102 \text{ kN}$ Resistencia de cálculo a pandeo

$N_{Ed} < N_{b,Rd}$

25.92 < 102

CUMPLE

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \quad (6.11) \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned}$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

| | | | |
|--|--------|-------------------|--|
| A | 1174 | mm ² | Área de la sección bruta |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 25.92 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 1174 \cdot 261.90 = 307.43 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 33 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 0.70 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 33 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 0.37 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |

$$M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 33000 \cdot 261.90 = 8.64 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje y}$$

$$M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 33000 \cdot 261.90 = 8.64 \text{ kNm} \quad \text{Resistencia de la sección a flexión eje z}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} < 1$$

$$\frac{25.92}{307.43} + \frac{60.56}{8.64} + \frac{0.19}{8.64} < 1$$

$$0.21 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de las Tablas 6.8 y 6.9, junto con los coeficientes de pandeo de ambos ejes ya calculados en la comprobación anterior.

Tabla 6.8 Términos de comprobación, según peor clase de sección en la pieza

| Clase | A* | W _y | W _z | α _y | α _z | e _{N,y} | e _{N,z} |
|-------|----|-------------------|-------------------|----------------|----------------|------------------|------------------|
| 2 | A | W _{pl,y} | W _{pl,z} | 0,6 | 0,6 | 0 | 0 |

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Clase | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|-------|-----------------|--|--|---|
| | | | | el menor de |
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

| | | |
|---|-----|--|
| α_y | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| α_z | 0.6 | Factor dependiente de la clase de sección (clase 1) |
| $c_{m,y} \ c_{m,z}$ | 1 | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| χ_{LT} | 1 | Coefficiente de pandeo lateral igual a 1 al no ser susceptible de pandeo por torsión |
| $k_y = 1 + (\bar{\lambda} - 0.2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{C,Rd}}$ $k_y = 1 + (1.46 - 0.2) \frac{25.92}{0.33 \cdot 102} = 1.66$ | | |
| Coeficiente de interacción para eje y | | |
| $k_z = 1 + (2\bar{\lambda} - 0.6) \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$ $k_z = 1 + (2 \cdot 1.46 - 0.6) \frac{25.92}{0.33 \cdot 102} = 2.78$ | | |
| Coeficiente de interacción para eje z | | |
| Comprobación para todo tipo de sección | | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{25.92}{0.33 \cdot 307.43} + 1.66 \cdot \frac{1 \cdot 0.70}{1 \cdot 8.64} + 0.6 \cdot 2.78 \cdot \frac{1 \cdot 0.39}{8.64} = 0.47$ $0.47 < 1$ | | |
| CUMPLE | | |
| Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión | | |
| $\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$ $\frac{25.92}{0.33 \cdot 307.43} + 1.66 \cdot 1 \cdot \frac{1 \cdot 0.70}{1 \cdot 8.64} + 2.78 \cdot \frac{1 \cdot 0.39}{8.64} = 0.46$ $0.46 < 1$ | | |
| CUMPLE | | |

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Tampoco es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

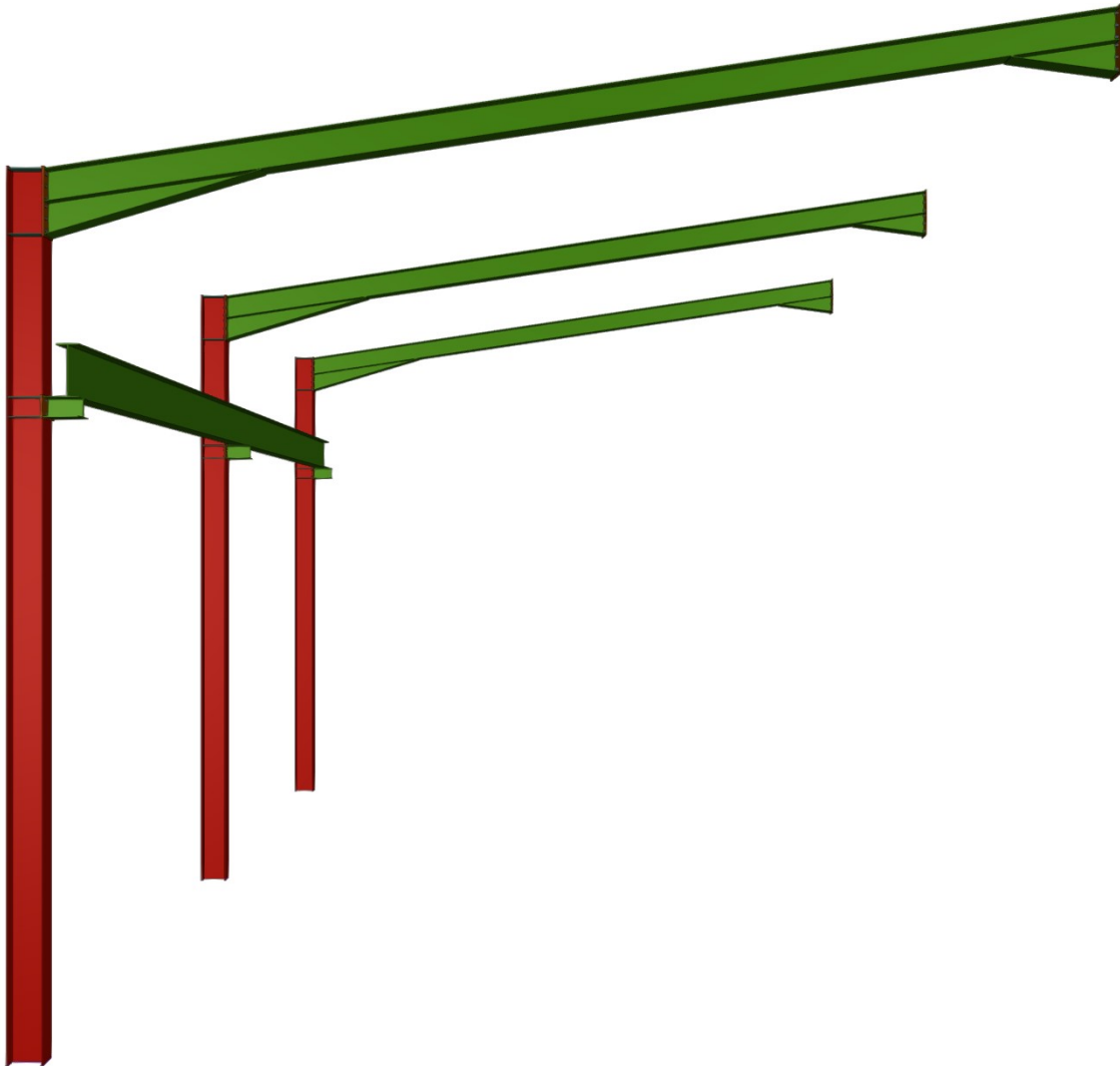
$$\frac{d}{t} = \frac{80}{4} = 20$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$20 < 64.4$$

PUENTE GRÚA

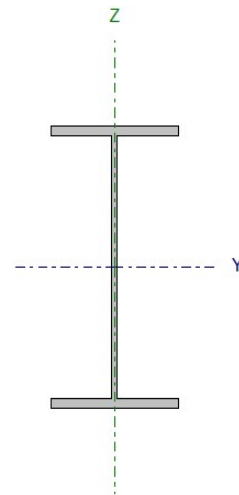


El puente grúa de 5000 kg utiliza como vía carril una IPE 500 que va apoyada en una ménsula a 6 metros de altura en las vigas de los pórticos. Cada tramo de la viga carril tiene una longitud de dos vanos, es decir, de 10 metros.

Las cargas por rueda que se generan se obtienen de la tabla normalizada de la empresa Abus:

| Carga, Polipasto ¹⁾ | S ²⁾ m | A3 mm | K1 mm | C1 mm | L1 mm | L2 mm | Z min mm | H max ²⁾ mm | R mm | LK mm | Carga rueda kN | |
|-----------------------------------|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|---------------------------|---------|----------|----------------|-------|
| | | | | | | | | | | | R max | R min |
| 5000 kg Polipasto de cable | 10 | 200 | 770 | -50 | 660 | 660 | 150 | 9000 | 2700 | 1605 | 30.6 | 6.9 |
| | 14 | 300 | 770 | -50 | 660 | 660 | 150 | 9000 | 2700 | 1605 | 33.5 | 8.7 |
| | 16 | 300 | 770 | -50 | 660 | 660 | 150 | 9000 | 2700 | 1630 | 35.5 | 10.4 |
| | 18 | 400 | 770 | -50 | 660 | 660 | 150 | 9000 | 2700 | 1630 | 37.5 | 12.1 |
| | 20 | 500 | 770 | -50 | 660 | 660 | 150 | 9000 | 2900 | 1730 | 39.6 | 14.0 |
| GM 1050 H6 FEM 2m | 22 | 460 | 810 | -90 | 660 | 660 | 170 | 9000 | 3200 | 1895 | 42.7 | 17.0 |
| | 24 | 560 | 810 | -90 | 660 | 660 | 170 | 9000 | 3800 | 2230 | 45.7 | 19.7 |
| | 26 | 500 | 870 | -150 | 660 | 660 | 180 | 9000 | 4600 | 2650 | 50.7 | 24.4 |
| Polipasto V = 0.8/5 m/min | 28 | 700 | 870 | -150 | 660 | 660 | 180 | 9000 | 4600 | 2650 | 53.2 | 26.8 |
| | 30 | 700 | 870 | -150 | 660 | 660 | 180 | 9000 | 4600 | 2650 | 57.2 | 30.7 |
| | 32 | 650 | 920 | -200 | 660 | 660 | 180 | 9000 | 5100 | 2965 | 66.3 | 39.5 |
| | 34 | 660 | 920 | -200 | 660 | 660 | 180 | 9000 | 5100 | 2965 | 71.7 | 44.9 |

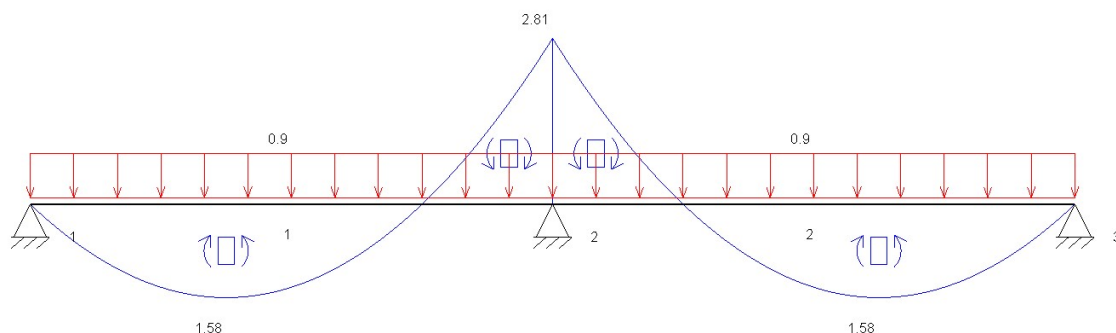
La viga carril soporta su totalidad en el eje Z, un décimo en su eje Y, y un séptimo en su eje X. Además, se ponderan estos esfuerzos con un coeficiente de impacto de 1.25.



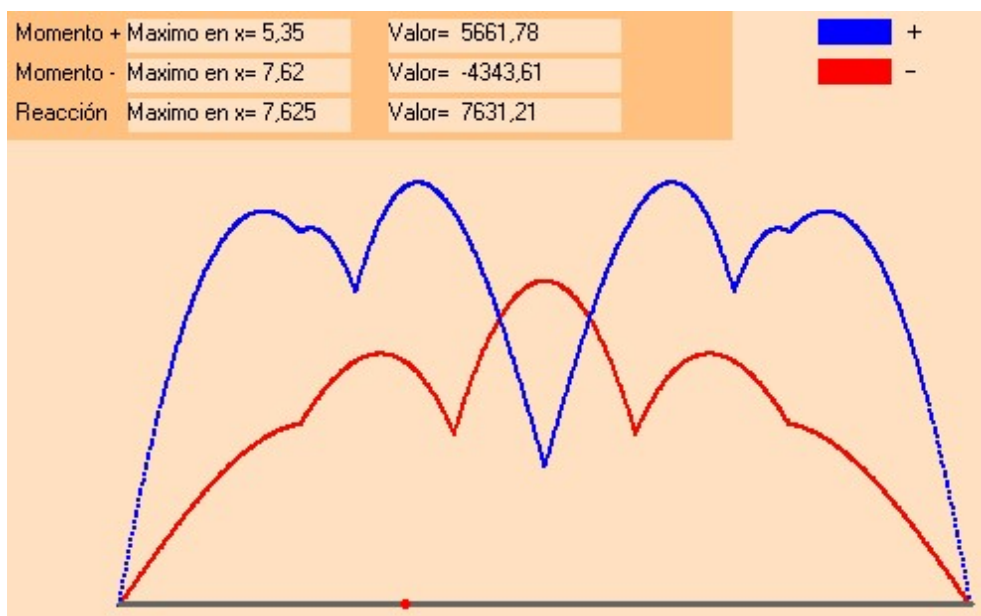
| | Pz (kN) | | Py (kN) | | Px (kN) | |
|--------|---------|-------|---------|-------|---------|-------|
| | P max | P min | P max | P min | P max | P min |
| | 39.6 | 14 | 3.96 | 1.4 | 5.65 | 2 |
| x 1.25 | 49.5 | 17.5 | 4.95 | 1.75 | 7 | 2.5 |

Por otro lado, el peso propio de la barra, y la posición del carro del puente grúa generan momentos tanto positivos como negativos, además de reacciones que deberán ser, también soportadas por la viga carril.

Los momentos generados por el peso propio:



Los momentos generados por la posición del carro:



Calculando la combinación desfavorable, según el artículo 4.2.2 del CTE:

4.2.2 Combinación de acciones

- 1 El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i} \quad (4.3)$$

es decir, considerando la actuación simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

| Tipo de verificación ⁽¹⁾ | Tipo de acción | Situación persistente o transitoria | |
|-------------------------------------|-------------------------------|-------------------------------------|-----------|
| | | desfavorable | favorable |
| Resistencia | Permanente | | |
| | Peso propio, peso del terreno | 1,35 | 0,80 |
| | Empuje del terreno | 1,35 | 0,70 |
| | Presión del agua | 1,20 | 0,90 |
| | Variable | 1,50 | 0 |

Momento (+): $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{Sobrecarga}$

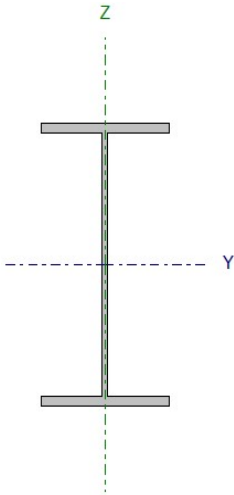
Momento (+): $1.35 \cdot 1.58 + 1.5 \cdot 43.97 = 68.1 \text{ kNm}$

Momento (-): $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{Sobrecarga}$

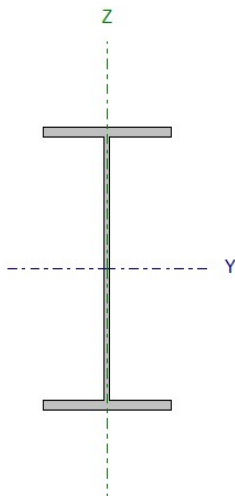
Momento (-): $1.35 \cdot 2.81 + 1.5 \cdot 38.95 = 62.61 \text{ kNm}$

Reacción: $1.35 \cdot PP + 1.5 \cdot \text{Sobrecarga}$

Reacción: $1.35 \cdot 5.65 + 1.5 \cdot 72.82 = 116.9 \text{ kNm}$

|  | Características mecánicas | | | |
|--|--------------------------------|---|--|--|
| | A (mm ²) | A_v (mm ²) | I_y (10 ⁶ mm ⁴) | W_y (10 ³ mm ³) |
| | 11600 | 6035 | 482 | 1930 |
| | i_y (mm) | I_z (10 ⁶ mm ⁴) | W_z (10 ³ mm ³) | i_z (mm) |
| | 204 | 21.4 | 214 | 43.1 |
| Perfil: IPE 500 Material: Acero (S275) | | | | |

También serán necesarias las características de la cabeza del perfil.



| Características mecánicas de la cabeza | | | | |
|--|--|--|-------------------|--|
| A_f (mm ²) | $I_{f,z}$ (10 ⁶ mm ⁴) | $W_{f,z}$ (10 ³ mm ³) | $I_{f,z}$ (mm) | |
| 3200 | 10.66 | 106 | 57.73 | |
| $S_{f,y}$ (10 ³ mm ³) | | | | |
| 774 | | | | |
| Perfil: cabeza de la IPE 500 Material: Acero (S275) | | | | |

Resistencia a flexión compuesta (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Debido a la existencia de sollicitación de compresión y de flector, es necesaria la comprobación de la interacción entre ambos. Según el artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones

1 Flexión compuesta sin cortante:

- c) en general se utilizarán las fórmulas de interacción, de carácter prudente, indicadas a continuación:

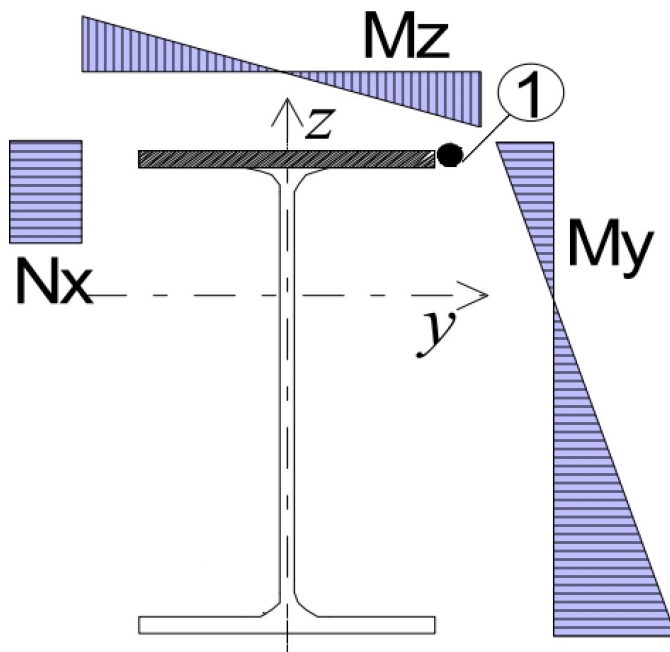
$$\begin{aligned} \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 1 y 2} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 3} \\ \frac{N_{Ed}}{N_{u,Rd}} + \frac{M_{y,Ed} + N_{Ed} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdy}} + \frac{M_{z,Ed} + N_{SEd} \cdot e_{Ny}}{M_{0,Rdz}} &\leq 1 && \text{Para secciones de clase 4} \end{aligned} \quad (6.11)$$

No es necesario incluir el esfuerzo cortante, debido a que éste no supera el 50% de la resistencia de la sección, y según el apartado 3 del artículo 6.2.8 Interacción de esfuerzos en secciones:

3 Flexión, axil y cortante:

- a) siempre que el cortante de cálculo no supere la mitad de la resistencia de cálculo de la sección (calculada en ausencia de otros esfuerzos), se emplearán las fórmulas de interacción dadas (véanse ecuaciones 6.11);

La distribución de esfuerzos para el punto externo de la cabeza del perfil, donde confluyen momentos en y, momentos en z, y el axil, según describe el esquema:



| | | | |
|---|--------|-------------------|--|
| A | 3200 | mm ² | Área de la cabeza |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| N _{Ed} | 14 | kN | Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo |
| $N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd}$ $N_{pl,Rd} = 3200 \cdot 261.90 = 838 \text{ kN}$ Resistencia de la sección a compresión | | | |
| W _{pl,y} | 1930 | cm ³ | Módulo resistente plástico |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{y,Ed} | 68.1 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| W _{pl,z} | 106 | cm ³ | Módulo resistente plástico de la cabeza |
| f _{yd} | 261.90 | N/mm ² | Resistencia de cálculo del acero |
| M _{z,Ed} | 6.81 | kNm | Momento flector solicitante de cálculo pésimo |
| $M_{pl,Rd,y} = W_{pl,y} \cdot f_{yd} = 1930000 \cdot 261.90 = 505.4 \text{ kNm}$ Resistencia de la sección a flexión eje y $M_{pl,Rd,z} = W_{pl,z} \cdot f_{yd} = 106000 \cdot 261.90 = 27.93 \text{ kNm}$ Resistencia de la sección a flexión eje z | | | |
| $\left[\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \right]_{\text{cabeza}} + \left[\frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} \right]_{\text{sección}} + \left[\frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \right]_{\text{cabeza}} < 1$ $\frac{14}{838} + \frac{68.1}{505.4} + \frac{6.81}{27.93} < 1$ 0.4 < 1 CUMPLE | | | |

Resistencia a flexión con compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

Además de la comprobación anterior, también se debe asegurar la interacción de compresión con flexión junto con un posible pandeo, por lo tanto, según el artículo 6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados:

6.3.4.2 Elementos comprimidos y flectados

- 1 A menos que se lleve a cabo un estudio más preciso mediante el procedimiento general descrito en 5.4, las comprobaciones de estabilidad de pieza se realizarán aplicando las fórmulas que se indican a continuación, distinguiendo entre las que sean sensibles o no a la torsión (por ejemplo secciones abiertas o cerradas respectivamente).

La comprobación se llevará a cabo con las fórmulas siguientes:

Para toda pieza:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.51)$$

Además, sólo en piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.52)$$

Además, sólo en piezas susceptibles de pandeo por torsión

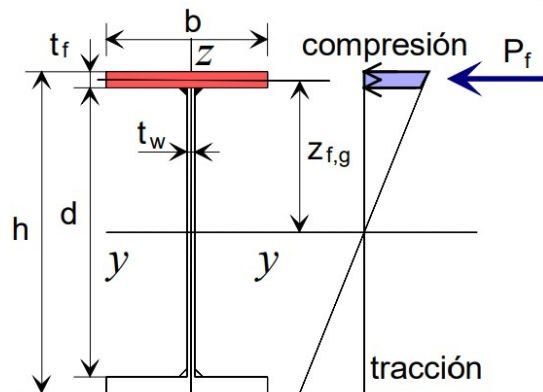
$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A^* \cdot f_{yd}} + k_{yLT} \cdot \frac{M_{y,Ed} + e_{N,y} \cdot N_{Ed}}{\chi_{LT} W_y \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed} + e_{N,z} \cdot N_{Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} \leq 1 \quad (6.53)$$

Siendo los términos los calculados a partir de la Tabla 6.9,

Tabla 6.9 Coeficientes de interacción según peor clase de sección en la pieza

| Cla-se | Tipo de sección | k_y | k_z | k_{yLT} |
|--------|-----------------|--|--|--|
| 1 y 2 | I, H, abiertas | $1 + (\bar{\lambda}_y - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + (2 \cdot \bar{\lambda}_z - 0,6) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | el menor de $1 - \frac{0,1 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |
| | Hueca delgada | | $1 + (\bar{\lambda}_z - 0,2) \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $0,6 + \bar{\lambda}_z$ |
| 3 y 4 | Todas | $1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{C,Rd}}$ | $1 + 0,6 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ | $1 - \frac{0,05 \cdot \bar{\lambda}_z}{(c_{mLT} - 0,25)} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{C,Rd}}$ |

Para la obtención de los esfuerzos, se aplica un método aproximado de cálculo, el cual se basa en calcular la carga P_f de compresión creada por el momento en Y sobre la cabeza, para luego comprobar la estabilidad de la cabeza del perfil.



| | | | |
|------------|------|-----------------|--|
| $M_{Ed,y}$ | 68.1 | kNm | Momento flector en y |
| $S_{f,y}$ | 774 | cm ³ | Momento estático de media sección |
| $c_{m,z}$ | 0.9 | | Factores de momento flector uniforme equivalente |
| I_y | 482 | cm ⁴ | Momento de inercia con respecto a y |

$$P_f = \frac{M_{Ed,y} \cdot S_{f,y}}{I_y}$$

$$P_f = \frac{68.1 \cdot 774 \cdot 10^3}{448 \cdot 10^3} = 109.35 \text{ kN} \quad \text{Carga de compresión}$$

$$N_{Ed,f} = P_f + 2 \cdot P_x = 109.35 + 2 \cdot 7 = 123.35 \text{ kN}$$

Se suma la carga generada por el puente grúa en P_x a la carga P_f generada por el momento en y.

$$\lambda_z = \frac{L_k}{i_{f,z}} = \frac{5000}{57.73} = 86.6$$

$$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 86.8 \quad \text{Esbeltez de Euler}$$

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_E} = \frac{86.6}{86.8} = 0.997$$

Como la esbeltez reducida es 0.997, según la figura 6.3, $\chi_z = 0.54$

$$k_z = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda} \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{C,Rd}}$$

$$k_z = 1 + 0.6 \cdot 0.997 \cdot \frac{123.35}{0.54 \cdot 838} = 1.16 \quad \text{Coeficiente de interacción para eje z}$$

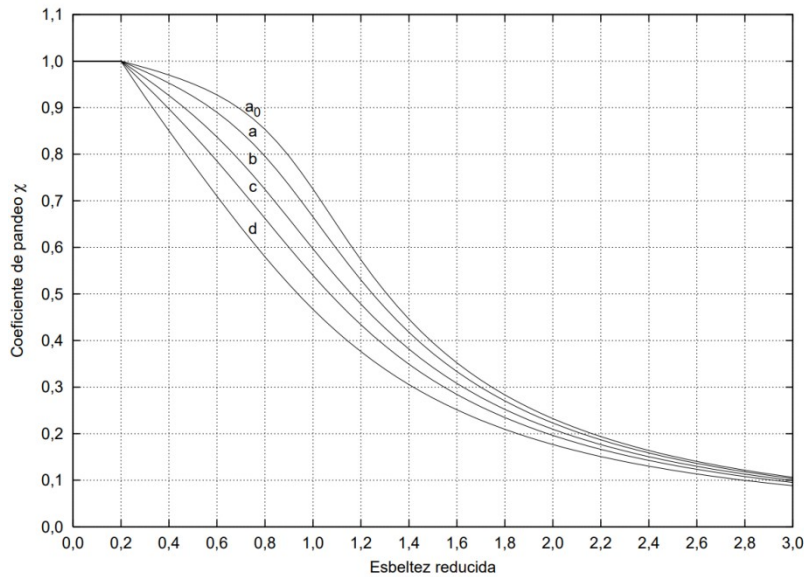


Figura 6.3 Curvas de pandeo

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 1, requerido según el Artículo 6.3.1

Comprobación para piezas no susceptibles de pandeo por torsión

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \frac{c_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_y \cdot f_{yd}} + k_z \frac{c_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_z \cdot f_{yd}} < 1$$

$$\frac{123.35}{0.54 \cdot 838} + 1.16 \cdot \frac{0.9 \cdot 6.81}{27.93} = 0.53$$

El término del momento en y es nulo, dado que no existe en este caso.

$$0.53 < 1$$

CUMPLE

Resistencia a abolladura del alma por cortante (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

No es necesaria esta comprobación, ya que, según el punto 1 del artículo 6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante:

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

siendo

d, t dimensiones del alma (altura y espesor);

$$\frac{d}{t} = \frac{468}{10.2} = 45.88$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{275}} = 0.92$$

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$45.88 < 64.4$$

Rigidizadores de carga en los apoyos (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

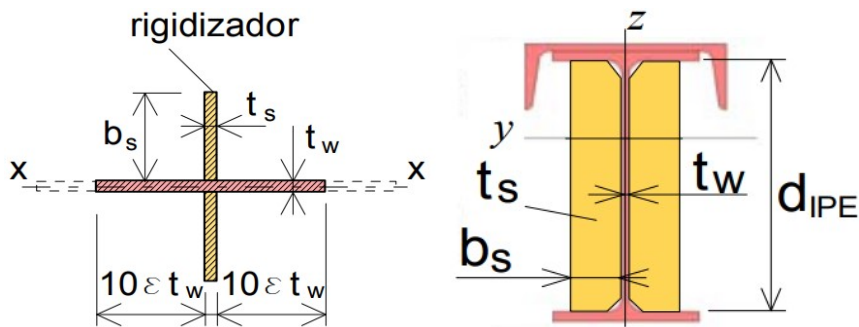
En cada apoyo, se colocarán dos rigidizadores, uno a cada lado del alma, de 50 mm de ancho (b_s) por 10 mm de espesor (t_s), para ayudar al perfil a soportar las cargas concentradas en dichos puntos.

Según el punto 2 del Artículo 6.3.3.4

- 2 La inercia I_s de la sección formada por el rigidizador más una anchura de alma a cada lado del rigidizador igual a $15 t_w \varepsilon$, con relación a su fibra neutra, paralela al plano del alma, ha de ser:

$$I_s \geq 1,5 \cdot \frac{d^3 t^3}{a^2} \quad \text{si } \frac{a}{d} < \sqrt{2} \quad (6.38)$$

$$I_s \geq 0,75 \cdot d \cdot t^3 \quad \text{si } \frac{a}{d} \geq \sqrt{2} \quad (6.39)$$



$$I_s = \frac{t_s \cdot (2b_s + t_w)^3}{12} > 0.75 \cdot d_{IPE} \cdot t_{w,IPE}^3$$

$$I_s = \frac{10 \cdot (2 \cdot 50 + 10)^3}{12} > 0.75 \cdot 426 \cdot 10.2^3$$

$$1.11 \cdot 10^6 > 0.34 \cdot 10^6 \quad \text{CUMPLE}$$

Comprobación de rigidizadores

Por último, se comprueba los rigidizadores a resistencia y estabilidad.

$$A = 2 \cdot b_s \cdot t_s + 2 \cdot 10 \cdot \varepsilon \cdot t_w$$

$$A = 2 \cdot 50 \cdot 10 + 2 \cdot 10 \cdot 0.92 \cdot 10.2 = 2923 \text{ mm}^2$$

Área de los rigidizadores más $2 \cdot 10 \cdot \varepsilon \cdot t_w$ del perfil según el artículo 6.3.3.4

$$I_s = 1.11 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

Inercia de los rigidizadores

$$i_s = \sqrt{\frac{I_s}{A}}$$

$$i_s = \sqrt{\frac{1.11 \cdot 10^6}{2923}} = 19.48 \text{ mm}$$

Radio de giro

$$L_c = 0.8 \cdot d$$

$$L_c = 0.8 \cdot 426 = 374.4 \text{ mm}$$

Longitud de pandeo

$$\lambda_z = \frac{L_k}{i_s} = \frac{374.4}{19.48} = 19.21$$

$$\lambda_E = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 86.8$$

Esbeltez de Euler

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_E} = \frac{19.21}{86.8} = 0.22$$

Como la esbeltez reducida es 0.22 7, según la figura 6.3, $\chi_z = 0.99$

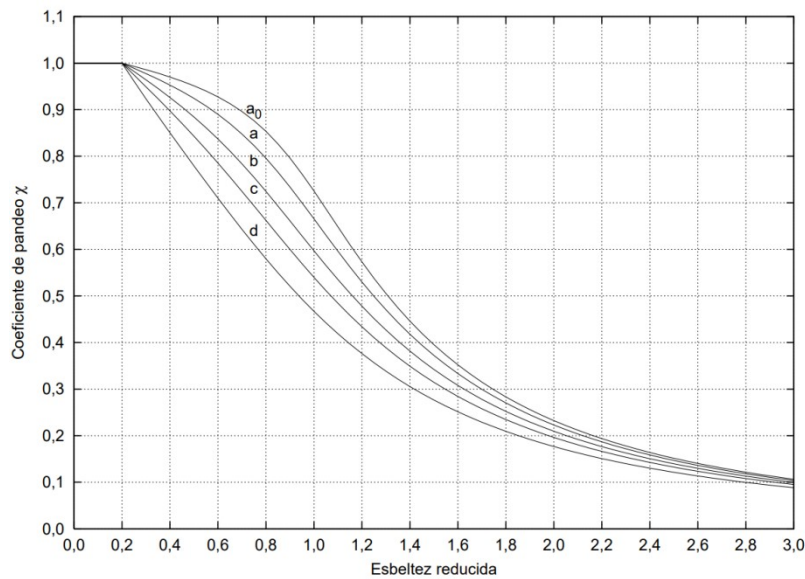


Figura 6.3 Curvas de pandeo

(figura 6.3 CTE DB SE-A Artículo 6.3.2.1)

En ambos casos la esbeltez reducida es inferior a 1, requerido según el Artículo 6.3.1

Comprobación

$$N_{Rd} > N_{Ed} = N_{Ed} \cdot \gamma_Q$$

$$758 > 77.9 \cdot 1.5 = 116.9$$

$$0.15 < 1$$

CUMPLE

Cargas concentradas

No es necesaria esta comprobación, ya que se ha colocado rigidizadores los cuales cumplen lo dictado en el apartado 6.3.3.4 del CTE.

6.3.3.5 Cargas concentradas

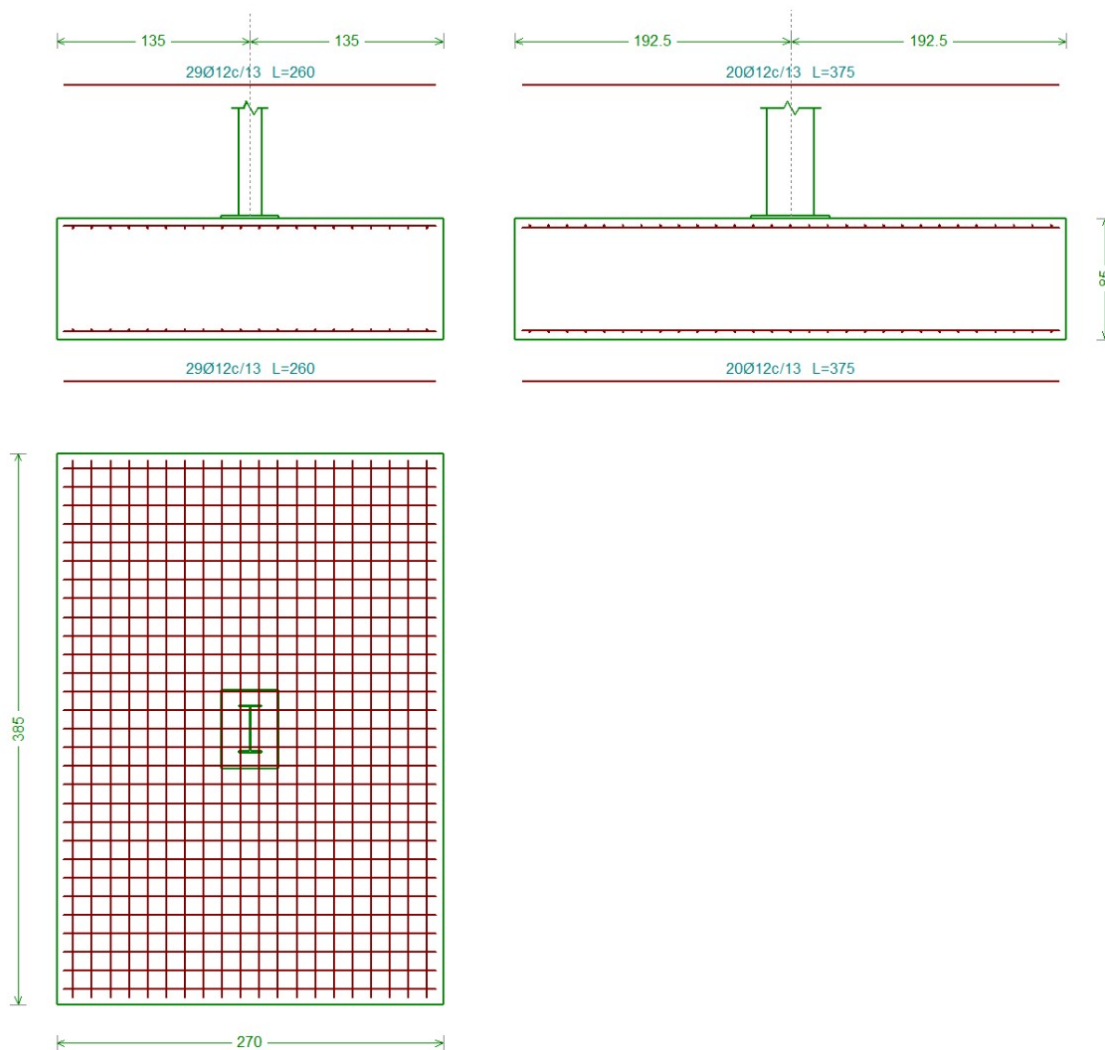
- 1 No es necesario comprobar la resistencia del alma de una pieza frente a la aplicación de una carga concentrada (o una reacción en un apoyo) actuando sobre las alas si se disponen rigidizadores dimensionados tal como se indica en el apartado anterior, para resistir una compresión igual a la fuerza concentrada aplicada (o la reacción).

Cimentación

Se realiza una zapata aislada para cada pilar, para más tarde unir las zapatas que se encuentran en el perímetro de la nave con vigas de atado, que sirven como arranque para el muro perimetral.

Para ello, se han dimensionado los valores geométricos de las zapatas, así como la cuantía de las armaduras, para, a continuación, comprobar que cumplen con la normativa.

Zapata 5B



El suelo donde se van a realizar las zapatas es predominantemente de arcilla con arena, por tanto, los parámetros que se obtienen del estudio geotécnico son:

| | |
|--|----------------------|
| Valor de carga admisible (q_{adm}) | 0.20 MPa |
| Ángulo de rozamiento interno (φ) | 27.5° |
| Cohesión (c_k) | 14 kN/m ² |

Se van a realizar cuatro comprobaciones, tres de ellas a la propia zapata, y una de ellas al armado de la misma. Las tres primeras son comprobaciones a hundimiento, vuelco y deslizamiento. La última, de armadura, se verificará que cumple con las longitudes mínimas establecidas por la norma.

Los esfuerzos transmitidos a la zapata por el pilar son:

| | | |
|---|--------|-----|
| N_{Ed} (Axil de compresión) | 57.7 | kN |
| V_{Ed,x} (Cortante en eje x) | 13.64 | kN |
| V_{Ed,y} (Cortante en eje y) | 53.37 | kN |
| M_{Ed,x} (Momento en eje x) | -22.07 | kNm |
| M_{Ed,y} (Momento en eje y) | 79.35 | kNm |

| | | | |
|-----------------------|-----------|--------|-----------|
| Medidas zapata | Eje x | 270 cm | |
| | Eje y | 385 cm | |
| | Canto (h) | 85 cm | |
| Armado | Superior | Eje x | 29Ø12c/13 |
| | | Eje y | 20Ø12c/13 |
| | Inferior | Eje x | 29Ø12c/13 |
| | | Eje y | 20Ø12c/13 |

| | | | |
|---|----|-------------------|-----------------------|
| δ_c | 25 | kN/m ² | Densidad del hormigón |
| $P = (x \cdot y \cdot z) \cdot \delta_c$ | | | |
| $P = (2.7 \cdot 3.85 \cdot 0.85) \cdot 25 = 221 \text{ kN}$ | | | |
| Peso propio de la zapata | | | |

Debido a la resultando de las acciones que actúan sobre la zapata, se genera una excentricidad respecto al centro geométrico del cimiento, por tanto, se deben calcular las dimensiones de la zapata equivalente.

| | |
|---|---------------------------|
| $e_x = \frac{M_{Ed,y} + V_{Ed,x} \cdot h}{N_{Ed} + P}$ | |
| $e_x = \frac{79.35 + 13.64 \cdot 0.85}{57.7 + 221} = 0.326 \text{ m}$ | Excentricidad en el eje x |
| $e_y = \frac{M_{Ed,x} + V_{Ed,y} \cdot h}{N_{Ed} + P}$ | |
| $e_y = \frac{-22.07 + 53.37 \cdot 0.85}{57.7 + 2} = 0.083 \text{ m}$ | Excentricidad en el eje y |
| $x^* = x - 2 \cdot e_x = 2.7 - 2 \cdot 0.326 = 2.048 \text{ m}$ | |
| $y^* = y - 2 \cdot e_y = 3.85 - 2 \cdot 0.083 = 3.684 \text{ m}$ | |
| | Longitud en x equivalente |
| | Longitud en y equivalente |

Se trabajará con los coeficientes de seguridad marcados en el CTE-SE-C.

Tabla 2.1. Coeficientes de seguridad parciales

| Situación de dimensionado | Tipo | Materiales | | Acciones | |
|---------------------------|-----------------------------|--------------------|------------|--------------------|------------|
| | | γ_R | γ_M | γ_E | γ_F |
| | Hundimiento | 3,0 ⁽¹⁾ | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | Deslizamiento | 1,5 ⁽²⁾ | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| | Vuelco ⁽²⁾ | | | | |
| | Acciones estabilizadoras | 1,0 | 1,0 | 0,9 ⁽³⁾ | 1,0 |
| | Acciones desestabilizadoras | 1,0 | 1,0 | 1,8 | 1,0 |

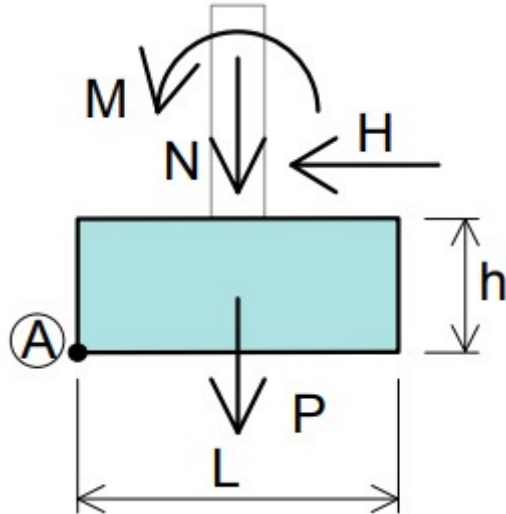
Hundimiento

Se comprobará que la presión que ejerce la zapata sobre el terreno no supera la carga máxima que admite el mismo.

| | | | |
|--|------|------|--|
| q_{adm} | 0.20 | MPa | Carga admisible máxima del terreno |
| $q_b = \frac{P + N_{Ed}}{x^* \cdot y^*}$ | | | |
| $q_b = \frac{221 + 57.7}{2.048 \cdot 3.684} = 0.037 \text{ MPa}$ | | | Presión total bruta ejercida por la zapata |
| $q_b < q_{adm}$ | | | |
| 0.037 | < | 0.20 | CUMPLE |

Vuelco

Se comprobará que los momentos estabilizadores de las acciones exteriores son superiores a los momentos de las acciones que generan vuelco sobre la zapata.



| | | |
|---|-----|--|
| γ_{est} | 0.9 | Coefficiente de seguridad para acciones estabilizadoras |
| γ_{des} | 1.8 | Coefficiente de seguridad para acciones desestabilizadoras |
| $M_{dest} \cdot \gamma_{dest} < M_{est} \cdot \gamma_{est}$ | | |
| $V_{Ed,x} \cdot h + M_{Ed,y} > \left((P + N_{Ed}) \cdot \frac{x}{2} \right) \cdot 0.9$ | | |
| Momentos estabilizadores y desestabilizadores en eje x | | |
| $13.64 \cdot 0.85 + 79.35 > \left((221 + 57.9) \cdot \frac{2.70}{2} \right) \cdot 0.9$ | | |
| $163.7 < 338.86$ | | |
| CUMPLE | | |
| $V_{Ed,y} \cdot h < \left((P + N_{Ed}) \cdot \frac{x}{2} + M_{Ed,x} \right) \cdot 0.9$ | | |
| Momentos estabilizadores y desestabilizadores en eje y | | |
| $53.37 \cdot 0.85 < \left((221 + 57.9) \cdot \frac{2.70}{2} + 22.07 \right) \cdot 0.9$ | | |
| $81.7 < 503$ | | |
| CUMPLE | | |

Deslizamiento

Se comprobará que el rozamiento del terreno con la zapata (fuerza estabilizadora), es capaz de contrarrestar al deslizamiento generado por las acciones exteriores horizontales.

para suelos sin cohesión (arenas) $(N + P) \cdot \operatorname{tg} \varphi_d \cdot \frac{1}{\gamma_R} \geq H$

para suelos cohesivos (arcillas) $A \cdot c_d \cdot \frac{1}{\gamma_R} \geq H$

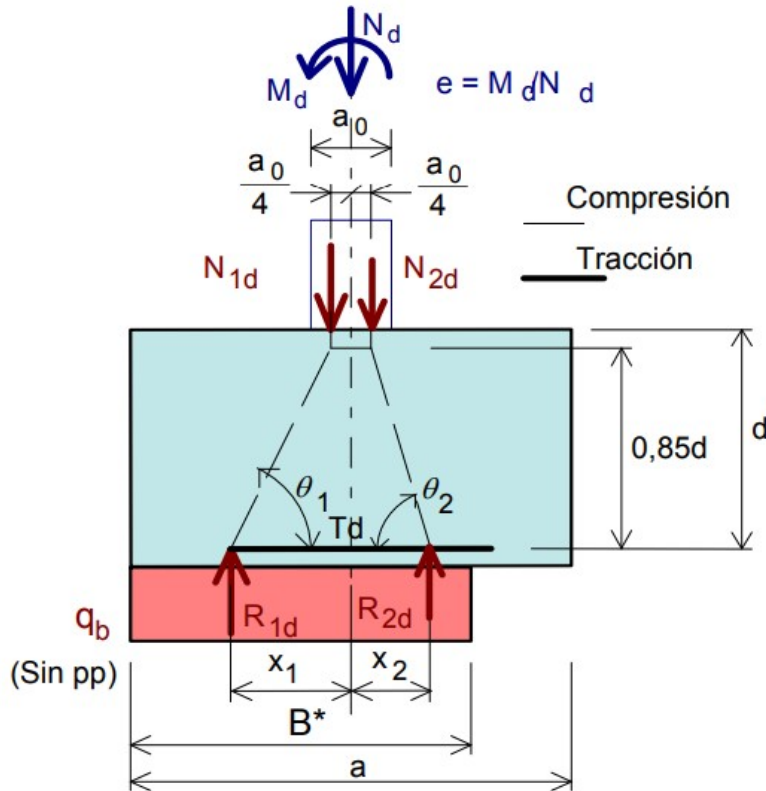
Dado que el tipo de terreno es una mezcla de ambas, el deslizamiento total será la suma de las dos, con un coeficiente de minoración de 1.5 según la tabla 1.2.

| | | | |
|--|-------|-------------------|--|
| γ_{est} | 1.5 | | Coeficiente de seguridad para acciones estabilizadoras |
| H | 53.37 | kN | Valor máximo entre las fuerzas horizontales (en este caso $V_{Ed,y}$) |
| φ_d | 18.3 | ° | Ángulo de rozamiento interno minorado 2/3 |
| c_d | 7 | kN/m ² | Valor de cohesión minorado 0.5 |
| A | 5.19 | m ² | Superficie de la base de la zapata |
| $(N_{Ed} + P) \cdot \operatorname{tg} \varphi_d \cdot \frac{1}{1.5} + A \cdot c_d \cdot \frac{1}{1.5} > H$ | | | |
| $(57.9 + 221) \cdot \operatorname{tg} 18.3 \cdot \frac{1}{1.5} + 5.19 \cdot 7 \cdot \frac{1}{1.5} > H$ | | | |
| $110.12 < 53.37$ | | | |
| CUMPLE | | | |

Armado

Primero, se va a calcular, por medio del modelo de bielas y tirantes, las reacciones que se generan sobre el armado, para así, establecer la cuantía mínima, y ver si el diseño propuesto lo cumple.

Las zapatas tienen un recubrimiento $d' = 40$ mm, es decir, el espacio existente entre la cara exterior de la zapata y el punto medio de la primera barra del armado. Por tanto, para un canto de zapata $h = 0.85$ m, $d = 0.85 - 0.04 = 0.76$ m.



$$R_{1d} = N_{Ed} \cdot \frac{x}{2 \cdot x - 4 \cdot e_x} \quad \text{Reacción en longitud x}$$

$$R_{1d} = 57.9 \cdot \frac{2.7}{2 \cdot 2.7 - 4 \cdot 0.326} = 38.2 \text{ kN}$$

$$R_{1d} = N_{Ed} \cdot \frac{y}{2 \cdot y - 4 \cdot e_y} \quad \text{Reacción en longitud y}$$

$$R_{1d} = 57.9 \cdot \frac{3.85}{2 \cdot 3.85 - 4 \cdot 0.083} = 30.6 \text{ kN}$$

$$x_1 = \frac{x}{4} = 0.675 \text{ m} \quad \text{Valor para longitud x}$$

$$x_1 = \frac{y}{4} = 0.96 \text{ m} \quad \text{Valor para longitud y}$$

$$T_d = \frac{R_{1d}}{0.85 \cdot d} \cdot \left(x_1 - \frac{a_0}{4} \right) = A_s \cdot f_{yd} \quad \text{Con } A_s \text{ armadura necesaria y } a_0 \text{ longitud placa base}$$

$$T_d = \frac{38.2}{0.85 \cdot 0.76} \cdot \left(0.675 - \frac{0.4}{4} \right) = A_s \cdot f_{yd} \quad \text{Longitud x}$$

$$T_d = \frac{30.6}{0.85 \cdot 0.76} \cdot \left(0.96 - \frac{0.55}{4} \right) = A_s \cdot f_{yd} \quad \text{Longitud y}$$

$$f_{yd} = \frac{500}{1.15} = 434.78 \text{ MPa}$$

$$A_{s,x} = 78.2 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,y} = 89.6 \text{ mm}^2$$

Además, la norma EHE-08 establece cuantías mínimas de armado según el tipo de elemento:

Cuantías geométricas mínimas, en tanto por 1.000, referidas a la sección total de hormigón ⁽⁶⁾

| Tipo de elemento estructural | | Tipo de acero | |
|------------------------------|--|---------------------------------------|---------------------------------------|
| | | Aceros con $f_y = 400 \text{ N/mm}^2$ | Aceros con $f_y = 500 \text{ N/mm}^2$ |
| Pilares | | 4,0 | 4,0 |
| Losas ⁽¹⁾ | | 2,0 | 1,8 |
| Forjados unidireccionales | Nervios ⁽²⁾ | 4,0 | 3,0 |
| | Armadura de reparto perpendicular a los nervios ⁽³⁾ | 1,4 | 1,1 |
| | Armadura de reparto paralela a los nervios ⁽³⁾ | 0,7 | 0,6 |
| Vigas ⁽⁴⁾ | | 3,3 | 2,8 |
| Muros ⁽⁵⁾ | Armadura horizontal | 4,0 | 3,2 |
| | Armadura vertical | 1,2 | 0,9 |

⁽¹⁾ Cuantía mínima de cada una de las armaduras, longitudinal y transversal repartida en las dos caras. Para losas de cimentación y zapatas armadas, se adoptará la mitad de estos valores en cada dirección dispuestos en la cara inferior.

Por lo tanto, la armadura mínima será un 0.9 ‰ para cada dirección:

- Eje x

$$0.9\text{‰} (y \cdot h) = 2272 \text{ mm}^2$$

- Eje y

$$0.9\text{‰} (x \cdot h) = 1994 \text{ mm}^2$$

Para el eje x se tiene 29Ø12c/13, lo que equivale a 3279 mm², por lo que cumple con la cuantía mínima.

Para el eje y se tiene 20Ø12c/13, lo que equivale a 2261 mm², por lo que cumple con la cuantía mínima.

Dado que la cuantía mínima es mayor que la cuantía necesaria calculada, es el valor de la cuantía mínima con el que se realiza la comprobación, no teniendo en cuenta el valor calculado.

Además, se va a calcular la longitud de anclaje que deberá dejarse en las barras de las armaduras. Según la norma EHE-08:

— Para barras en posición I:

$$l_{bl} = m \varnothing^2 \leq \frac{f_{yk}}{20} \varnothing$$

— Para barras en posición II:

$$l_{bII} = 1,4 m \varnothing^2 \leq \frac{f_{yk}}{14} \varnothing$$

donde:

\varnothing Diámetro de la barra, en mm.

m Coeficiente numérico, con los valores indicados en la tabla 69.5.1.2.a en función del tipo de acero, obtenido a partir de los resultados experimentales realizados con motivo del ensayo de adherencia de las barras.

f_{yk} Límite elástico garantizado del acero, en N/mm².

l_{bl} y l_{bII} Longitudes básicas de anclaje en posiciones I y II, respectivamente, en mm.

Las barras colocadas están en posición II, formando 0° con la horizontal a la hora de hormigonar, por tanto:

Tabla 69.5.1.2.a

| Resistencia característica del hormigón (N/mm ²) | m | |
|--|---------------------|---------------------|
| | B 400 S B 400 SD | B 500 S B 500 SD |
| 25 | 1,2 | 1,5 |
| 30 | 1,0 | 1,3 |
| 35 | 0,9 | 1,2 |
| 40 | 0,8 | 1,1 |
| 45 | 0,7 | 1,0 |
| ≥ 50 | 0,7 | 1,0 |

$$l_{bII} = 1,4 \cdot 1,3 \cdot 12^2 = 263 \text{ mm}$$

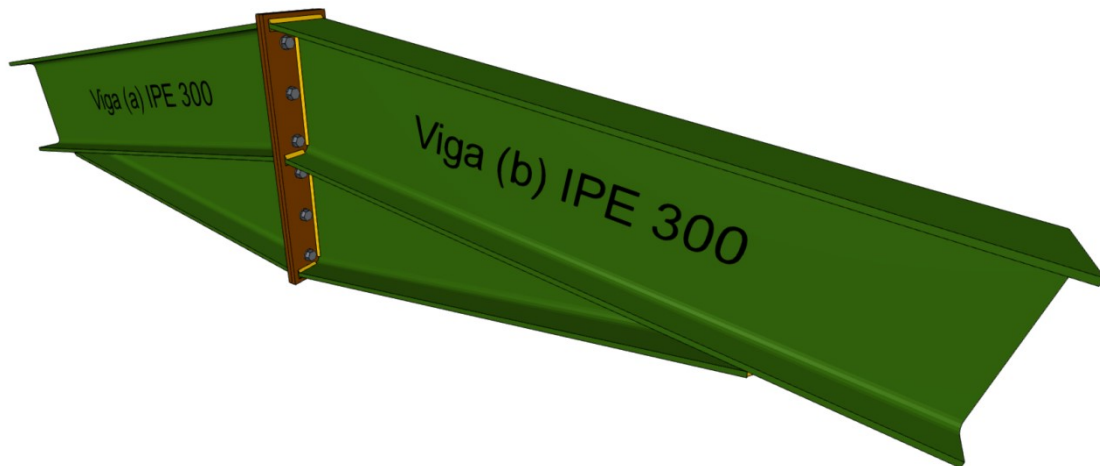
$$l_{bII} = \frac{275}{14} \cdot 12 = 236 \text{ mm}$$

Por tanto, se asegurará una longitud de anclaje de al menos 263 mm.

Uniones

Unión dinteles

Se trata de una unión atornillada mediante dos chapas, las cuales van soldadas tanto al alma como a las alas de los dinteles. Se disponen 12 tornillos de M16, y la unión cuenta con una cartela inferior.



Primero se comprueba la unión atornillada, la cual se clasifica como unión en T atornillada, definida en el Artículo 8.8.3 Uniones en T atornilladas y a tracción del CTE-DB-SE-A.

La carga de rotura se calcula como la menor entre:

- Por rotura a tracción de los tornillos.

$$F_{d,max} = \sum F_{t,Rd}$$

El sumatorio se refiere a la suma global de la resistencia de cálculo de cada uno de los tornillos de la unión. Siendo tornillos de clase 8.8:

- 3 Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo será la menor de:

- a) La resistencia a tracción del tornillo:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \quad (8.12)$$

siendo

A_s área resistente a tracción del tornillo.

En tornillos de cabeza avellanada se admitirá como resistencia máxima el 70% de la expresada en (8.12).

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 157}{1,25} = 90,43 \text{ kN} \cdot 2 \text{ tornillos} = 180,86 \text{ kN}$$

- Por rotura a tracción de los tornillos y formación simultanea de rótulas en la zona de entronque ala-alma.

$$F_{d,max} = \frac{2 b M_p + s \sum F_{t,Rd}}{m + s} \quad (8.47)$$

siendo

M_p momento plástico por unidad de longitud en la rótula –charnela– formada:

$$M_p = \frac{t_f^2 f_y}{4 \gamma_{M0}} \quad (8.48)$$

(f_y es el límite elástico del acero de la chapa frontal o ala)

m distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela (fig 8.15):

En extremos soldados:

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 0,8 a \sqrt{2} \quad (8.49)$$

En extremos laminados:

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 0,8 r \quad (8.50)$$

b longitud de la chapa frontal. No será superior a un valor eficaz, b_{ef} , que se podrá determinar mediante la teoría de líneas de rotura siempre que esté suficientemente contrastado experimentalmente. Véase (8.64), (8.65), (8.66) y (8.67) para uniones laterales a pilares;

s toma los siguientes valores:

$$s \leq 1,25 m \leq e \quad (8.51)$$

$s = e$, en el caso de la chapa frontal o unión de dos alas, debiéndose tomar en este último caso el menor de los valores de e .

$$F_{d,max} = \frac{2 \cdot 0.175 \cdot 7.5 + 0.035 \cdot 180.86}{0.028 + 0.035} = 153.38 \text{ kN}$$

Siendo

- $m = 28 \text{ mm}$
- $s = 35 \text{ mm}$
- $M_p = 7496 \text{ N}$
- $F_{t,Rd} = 180.86 \text{ kN}$

- Por formación de dos rótulas plásticas en cada ala de la T.

$$F_{d,max} = \frac{4 b M_p}{m}$$

$$F_{d,max} = \frac{4 \cdot 0.175 \cdot 7.5}{0.028} = 199.12 \text{ kN}$$

Por tanto, la resistencia es de 153.38 kN, con una fuerza de tracción solicitante $F_{t,Ed} = 58.76$ kN

$$F_{t,Ed} < F_{t,Rd} \quad \text{CUMPLE}$$

El punto 8.5.1 Disposiciones constructivas, indica parámetros geométricos que se deben cumplir a la hora de disponer los tornillos.

Los límites máximos y mínimos para las distancias entre ejes de agujeros o de éstos a los bordes de las piezas, son (figura 8.2):

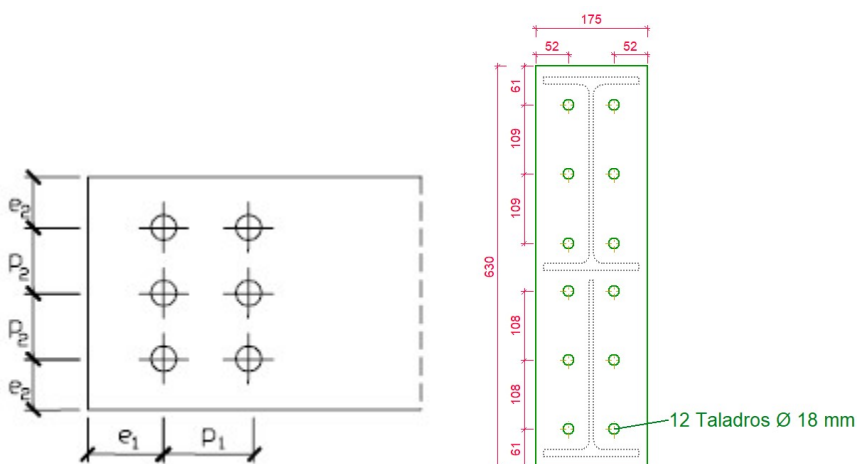
a) distancias mínimas:

- i) en la dirección de la fuerza que se transmite:
 - $e_1 \geq 1,2 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza;
 - $p_1 \geq 2,2 d_0$ entre ejes de agujeros;
- ii) en la dirección perpendicular a la fuerza que se transmite:
 - $e_2 \geq 1,5 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza;
 - $p_2 \geq 3,0 d_0$ entre ejes de agujeros;

siendo d_0 el diámetro del agujero.

b) distancias máximas:

- i) al borde de la pieza:
 - Para e_1 y e_2 $\begin{cases} \leq 40\text{mm} + 4t \\ \leq 12t \text{ ó } 150\text{mm} \end{cases}$
- ii) entre tornillos:
 - en elementos a compresión será $p \leq 14 t$ y $p \leq 200$ mm; siendo t el espesor en mm de la menor de las piezas que se unen;
 - en elementos a tracción:
 - filas exteriores $p_e \leq 14 t$ y $p_e \leq 200$ mm;
 - filas interiores $p_i \leq 28 t$ y $p_i \leq 400$ mm.



a) Distancias mínimas

i)

$$- 52 > 1.2 \cdot 18 = 21.6 \text{ CUMPLE}$$

$$- 71 > 2.2 \cdot 18 = 39.6 \text{ CUMPLE}$$

ii)

$$- 61 > 1.5 \cdot 18 = 27 \text{ CUMPLE}$$

$$- 108 > 3 \cdot 18 = 54 \text{ CUMPLE}$$

b) Distancias máximas

i)

$$- 61 < 40 + 4 \cdot 11 = 84 \text{ y } < 12 \cdot 11 = 132 \text{ CUMPLE}$$

iii)

$$- 109 < 14 \cdot 11 = 154 \text{ y } < 200 \text{ CUMPLE}$$

El punto 8.5.2 Resistencia de las uniones atornilladas sin pretensar indica los requisitos de cálculo que deben cumplir los tornillos solicitados bajo esfuerzos.

a) Resistencia a cortante en la sección transversal del tornillo:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0.5 f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} \quad (8.7)$$

siendo

n número de planos de corte;

f_{ub} resistencia última del acero del tornillo;

A área de la caña del tornillo A_d o el área resistente del tornillo A_s , según se encuentren los planos de cortadura en el vástago o la parte roscada del tornillo respectivamente.

$$F_{v,Rd} = 1 \cdot \frac{0.5 \cdot 800 \cdot 157}{1.25} = 50.24 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed} \quad 50.24 > 4.68 \text{ CUMPLE}$$

b) Resistencia a aplastamiento de la chapa que se une:

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} \quad (8.8)$$

siendo

d diámetro del vástago del tornillo;

t menor espesor de las chapas que se unen;

f_u resistencia última del acero de las chapas que se unen;

α es el menor de:

$$\frac{e_1}{3d_0}; \quad \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \quad \frac{f_{ub}}{f_u}; \quad 1.0 \quad (8.9)$$

donde

e_1 distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite;

p_1 separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite;

d_0 diámetro del agujero;

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \cdot 0.94 \cdot 410 \cdot 16 \cdot 11}{1.25} = 135.66 \text{ kN}$$

Con

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0.94$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4} = 1.75$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = 1.95$$

Por tanto, $\alpha = 0.94$

$$F_{t,Rd} > F_{t,Ed} \quad 135.66 > 34.64 \quad \text{CUMPLE}$$

c) Resistencia a desgarro del alma:

Corresponde a la menor resistencia a rotura del bloque material que remata cualquiera de las líneas entre agujeros extendida a los bordes más cercanos. Se contabilizarán las resistencias en tracción o cortadura de las áreas netas de chapa que correspondan a cada tipo de desgarro. En el caso de extremos de vigas con unión en cortante (figura 8.3) se adoptará para dicha resistencia el menor valor de:

$$\begin{aligned} F_{v,Rd} &= \frac{f_y A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \\ F_{v,Rd} &= \frac{f_u A_{net}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} \\ F_{v,Rd} &= \frac{f_y A_{ef}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \end{aligned} \quad (8.10)$$

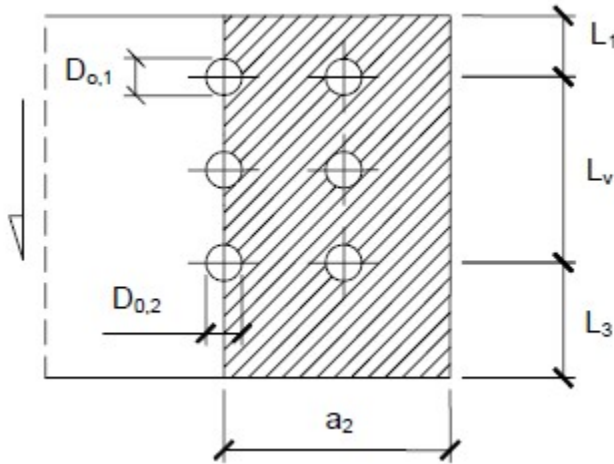
siendo

$$\begin{aligned} A & \text{ área bruta de la sección a cortante: } A = t (L_v + L_1 + L_3); \\ A_{net} & \text{ área neta de la sección: } A_{net} = t (L_v + L_1 + L_3 - n d_{0,1}); \\ A_{ef} & \text{ área eficaz de la sección: } A_{ef} = t (L_v + L_1 + L_2). \end{aligned}$$

donde

$$L_2 = (a_2 - k d_{0,2}) \frac{f_u}{f_y} \quad (8.11)$$

- t espesor de la chapa;
- L_v distancia entre ejes de agujeros extremos en la dirección del esfuerzo;
- L_1 distancia del último agujero, en el sentido del esfuerzo, al borde de la chapa. $L_1 \leq 5d$, siendo d el diámetro nominal de los tornillos de la unión;
- L_3 distancia del eje del primer agujero, en el sentido del esfuerzo, al borde de la chapa;
- n número de agujeros a lo largo de la línea sometida a cortadura;
- $d_{0,2}$ dimensión de los agujeros en dirección perpendicular al esfuerzo cortante;
- $d_{0,1}$ dimensión de los agujeros en la dirección paralela al esfuerzo cortante;
- a_2 distancia del borde a la fila de agujeros más alejada;
- k coeficiente de valor:



$$A = 11 \cdot (508 + 61 + 61) = 6930 \text{ mm}^2$$

$$A_{net} = 11 \cdot (508 + 61 + 61 - 6 \cdot 18) = 5742 \text{ mm}^2$$

$$A_{ef} = 11 \cdot \left(508 + 61 + \left((96 - 2.5 \cdot 18) \cdot \frac{410}{275} \right) \right) = 7095 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 6930}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 1047 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 5742}{\sqrt{3} \cdot 1.25} = 729 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 7095}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 1072 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed} \quad 729 > 4.68 \text{ CUMPLE}$$

3 Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo será la menor de:

a) La resistencia a tracción del tornillo:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \quad (8.12)$$

siendo

A_s área resistente a tracción del tornillo.

En tornillos de cabeza avellanada se admitirá como resistencia máxima el 70% de la expresada en (8.12).

b) La resistencia de cálculo a punzonamiento de la cabeza del tornillo o la tuerca, $F_{p,Rd}$, dada por:

$$F_{p,Rd} = \frac{0,6\pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} \quad (8.13)$$

siendo

t_p espesor de la placa que se encuentra bajo el tornillo o la tuerca;

d_m menor valor de la distancia media entre vértices y caras de la cabeza del tornillo o la tuerca.

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 157}{1,25} = 90,4 \text{ kN}$$

$$F_{p,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot 22 \cdot 11 \cdot 410}{1,25} = 147 \text{ kN}$$

4 Sollicitación combinada. Cuando un tornillo esté solicitado simultáneamente a tracción y a esfuerzo cortante, además de cumplir separadamente las condiciones para cortadura y tracción, debe verificar la condición de interacción siguiente:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad (8.14)$$

siendo

$F_{v,Ed}$ esfuerzo de cálculo perpendicular al eje del tornillo;

$F_{t,Ed}$ esfuerzo axial de cálculo por tornillo al que en su caso se añadirán las tracciones debidas al efecto palanca;

$F_{v,Rd}$ resistencia de cálculo frente a la cortadura del vástago;

$F_{t,Rd}$ resistencia de cálculo en tracción.

$$\frac{4,68}{50,24} + \frac{34,64}{1,4 \cdot 90,4} < 1$$

$$0,37 < 1 \text{ CUMPLE}$$

Para las soldaduras, se comprueba según el punto 8.2.6 Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo.

- 3 Como alternativa al punto anterior, se podrán descomponer los esfuerzos transmitidos por unidad de longitud en sus componentes, suponiendo que sobre la sección de garganta hay una distribución uniforme de tensiones (figura 8.10). La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.23)$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

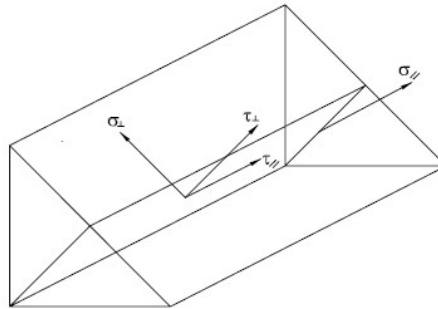


Figura 8.10 Tensiones en la sección de garganta

siendo

- β_w coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1;
- f_u resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión;
- σ_{\perp} tensión normal perpendicular al plano de la garganta;
- σ_{\parallel} tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar;
- τ_{\perp} tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón;
- τ_{\parallel} tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Tabla 8.1 Coeficiente de correlación β_w

| Acero | f_u (N/mm ²) | β_w |
|-------|----------------------------|-----------|
| S 235 | 360 | 0,80 |
| S 275 | 430 | 0,85 |

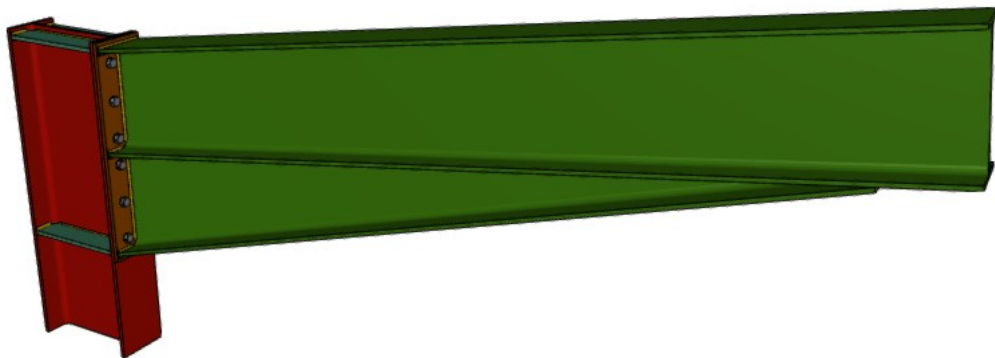
Se realizarán seis comprobaciones diferentes:

- Ala superior del dintel
- Ala inferior del dintel
- Alma del dintel
- Alma de la cartela
- Ala de la cartela

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|-------------------------------|-------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f_u (N/mm ²) | b_w |
| | s^\wedge (N/mm ²) | t^\wedge (N/mm ²) | $t_{ }$ (N/mm ²) | Valor (N/mm ²) | Aprov. (%) | s^\wedge (N/mm ²) | Aprov. (%) | | |
| Soldadura del ala superior | 47.5 | 55.1 | 0.3 | 106.6 | 27.63 | 52.4 | 15.96 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del alma | 46.8 | 46.8 | 0.2 | 93.6 | 24.26 | 46.8 | 14.27 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del ala inferior | 18.8 | 16.2 | 0.2 | 33.9 | 8.77 | 18.9 | 5.75 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del alma de la cartela | 43.7 | 43.7 | 0.2 | 87.4 | 22.65 | 43.7 | 13.32 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del ala de la cartela | 42.9 | 49.1 | 0.0 | 95.3 | 24.69 | 47.0 | 14.33 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del alma de la cartela al ala inferior | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 3.9 | 1.02 | 0.0 | 0.00 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del ala de la cartela al ala inferior | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |

Unión pilar con dintel

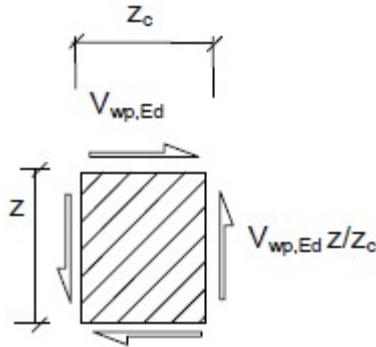
Se realiza una unión atornillando el pilar a una chapa frontal, la cual va soldada al perfil del dintel. Para prevenir abolladura en el alma del pilar, se colocan dos cartelas. Se utilizan 12 tornillos de M16, clase 8.8.



Para la comprobación de esta unión se sigue el punto 8.8.6 Uniones de viga y pilar atornilladas con chapa frontal.

El esfuerzo cortante de nudo en el alma del pilar se obtiene considerando aisladamente dicha región del alma, y equilibrando a través de ésta tanto cortantes como diferencias en esfuerzos normales de las piezas que acometen al nudo, en sus valores correspondientes al recuadro que encierra al nudo, definido por los ejes de las almas de tales piezas. En el caso de igual canto y solución de nudo en ambas vigas (fig. 8.20) la expresión resultante es:

$$V_{wp,Ed} = \frac{M_{b1,Ed} - M_{b2,Ed}}{z} - \frac{V_{c1,Ed} - V_{c2,Ed}}{2} \quad (8.59)$$



$$V_{wp,Ed} = \frac{M_{b1,Ed}}{z} = \frac{140.21}{.300} = 467 \text{ kN}$$

La capacidad resistente frente a esfuerzo cortante del alma, no rigidizada, del pilar, $V_{wp,Rd}$ es:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0.9 f_y A_{vc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \quad (8.60)$$

Con un área a cortante de 2657 mm², sin embargo, se disponen dos rigidizadores, por lo que:

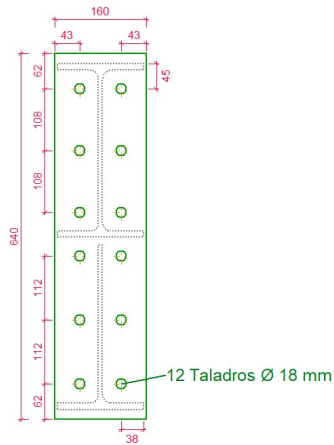
A_{vc} área de cortante del pilar. Si se añade una chapa adosada al alma se puede aumentar hasta $b_s t_{wc}$, si bien no se contará con más aumentos a partir de este espesor, ni al colocar otra chapa al otro lado del alma.

$$V_{wp,Rd} = \frac{0.9 \cdot 275 \cdot 3467}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 471 \text{ kN}$$

$$V_{wp,Ed} < F_{wp,Rd} \quad 467 < 471 \text{ CUMPLE}$$

En el cálculo del perfil del dintel ya se comprobó que el cálculo del pilar por abolladura no era necesario realizarlo.

Para calcular el ala del pilar para tracción, se calcula la carga de rotura como la menor entre:



- Por rotura a tracción de los tornillos.

$$F_{d,max} = \sum F_{t,Rd}$$

El sumatorio se refiere a la suma global de la resistencia de cálculo de cada uno de los tornillos de la unión. Siendo tornillos de clase 8.8:

- 3 Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo será la menor de:

- a) La resistencia a tracción del tornillo:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \quad (8.12)$$

siendo

A_s área resistente a tracción del tornillo.

En tornillos de cabeza avellanada se admitirá como resistencia máxima el 70% de la expresada en (8.12).

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 157}{1,25} = 90,43 \text{ kN} \cdot 2 \text{ tornillos} = 180,86 \text{ kN}$$

- Por rotura a tracción de los tornillos y formación simultanea de rótulas en la zona de entronque ala-alma.

$$F_{d,max} = \frac{2 b M_p + s \sum F_{t,Rd}}{m + s} \quad (8.47)$$

siendo

M_p momento plástico por unidad de longitud en la rótula –charnela– formada:

$$M_p = \frac{t_f^2 f_y}{4 \gamma_{M0}} \quad (8.48)$$

(f_y es el límite elástico del acero de la chapa frontal o ala)

m distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela (fig 8.15):

En extremos soldados:

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 0,8 a \sqrt{2} \quad (8.49)$$

En extremos laminados:

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 0,8 r \quad (8.50)$$

b longitud de la chapa frontal. No será superior a un valor eficaz, b_{ef} , que se podrá determinar mediante la teoría de líneas de rotura siempre que esté suficientemente contrastado experimentalmente. Véase (8.64), (8.65), (8.66) y (8.67) para uniones laterales a pilares;

s toma los siguientes valores:

$$s \leq 1,25 m \leq e \quad (8.51)$$

$s = e$, en el caso de la chapa frontal o unión de dos alas, debiéndose tomar en este último caso el menor de los valores de e .

$$F_{d,max} = \frac{2 \cdot 0.175 \cdot 7.5 + 0.035 \cdot 180.86}{0.028 + 0.035} = 153.38 \text{ kN}$$

Siendo

- $m = 28 \text{ mm}$
- $s = 35 \text{ mm}$
- $M_p = 7496 \text{ N}$
- $F_{t,Rd} = 180.86 \text{ kN}$
- Por formación de dos rótulas plásticas en cada ala de la T.

$$F_{d,max} = \frac{4 b M_p}{m}$$

$$F_{d,max} = \frac{4 \cdot 0.175 \cdot 7.5}{0.028} = 199.12 \text{ kN}$$

Por tanto, la resistencia es de 153.38 kN, con una fuerza de tracción solicitante $F_{t,Ed} = 84.60 \text{ kN}$

$$F_{t,Ed} < F_{t,Rd} \quad \text{CUMPLE}$$

El punto 8.5.1 Disposiciones constructivas, indica parámetros geométricos que se deben cumplir a la hora de disponer los tornillos.

Los límites máximos y mínimos para las distancias entre ejes de agujeros o de éstos a los bordes de las piezas, son (figura 8.2):

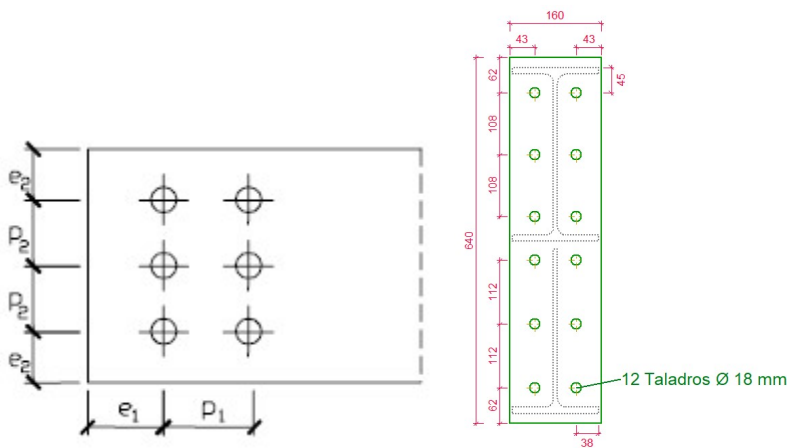
a) distancias mínimas:

- i) en la dirección de la fuerza que se transmite:
 - $e_1 \geq 1,2 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza;
 - $p_1 \geq 2,2 d_0$ entre ejes de agujeros;
- ii) en la dirección perpendicular a la fuerza que se transmite:
 - $e_2 \geq 1,5 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza;
 - $p_2 \geq 3,0 d_0$ entre ejes de agujeros;

siendo d_0 el diámetro del agujero.

b) distancias máximas:

- i) al borde de la pieza:
 - Para e_1 y e_2 $\begin{cases} \leq 40\text{mm} + 4t \\ \leq 12t \text{ ó } 150\text{mm} \end{cases}$
- ii) entre tornillos:
 - en elementos a compresión será $p \leq 14 t$ y $p \leq 200 \text{ mm}$; siendo t el espesor en mm de la menor de las piezas que se unen;
 - en elementos a tracción:
 - filas exteriores $p_e \leq 14 t$ y $p_e \leq 200 \text{ mm}$;
 - filas interiores $p_i \leq 28 t$ y $p_i \leq 400 \text{ mm}$.



a) Distancias mínimas

- i)
 - $43 > 1,2 \cdot 18 = 21,6$ **CUMPLE**
 - $74 > 2,2 \cdot 18 = 39,6$ **CUMPLE**
- ii)

- $62 > 1.5 \cdot 18 = 27$ **CUMPLE**
- $108 > 3 \cdot 18 = 54$ **CUMPLE**

b) Distancias máximas

- i)
 - $62 < 40 + 4 \cdot 11 = 84$ y $< 12 \cdot 11 = 132$ **CUMPLE**
- ii)
 - $112 < 14 \cdot 11 = 154$ y < 200 **CUMPLE**

El punto 8.5.2 Resistencia de las uniones atornilladas sin pretensar indica los requisitos de cálculo que deben cumplir los tornillos solicitados bajo esfuerzos.

a) Resistencia a cortante en la sección transversal del tornillo:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0,5f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} \quad (8.7)$$

siendo

- n número de planos de corte;
- f_{ub} resistencia última del acero del tornillo;
- A área de la caña del tornillo A_d o el área resistente del tornillo A_s , según se encuentren los planos de cortadura en el vástago o la parte roscada del tornillo respectivamente.

$$F_{v,Rd} = 1 \cdot \frac{0,5 \cdot 800 \cdot 157}{1,25} = 50.24 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed} \quad 50.24 > 26.14 \quad \text{CUMPLE}$$

b) Resistencia a aplastamiento de la chapa que se une:

$$F_{t,Rd} = \frac{2,5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} \quad (8.8)$$

siendo

- d diámetro del vástago del tornillo;
- t menor espesor de las chapas que se unen;
- f_u resistencia última del acero de las chapas que se unen;
- α es el menor de:

$$\frac{e_1}{3d_o}; \quad \frac{p_1}{3d_o} - \frac{1}{4}; \quad \frac{f_{ub}}{f_u}; \quad 1,0 \quad (8.9)$$

donde

- e_1 distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite;
- p_1 separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite;
- d_o diámetro del agujero;

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \cdot 0.8 \cdot 410 \cdot 16 \cdot 11}{1.25} = 115.45 \text{ kN}$$

Con

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0.8$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4} = 1.12$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = 1.95$$

Por tanto, $\alpha = 0.8$

$$F_{t,Rd} > F_{t,Ed} \quad 115.45 > 39.53 \quad \text{CUMPLE}$$

c) Resistencia a desgarro del alma:

Corresponde a la menor resistencia a rotura del bloque material que remata cualquiera de las líneas entre agujeros extendida a los bordes más cercanos. Se contabilizarán las resistencias en tracción o cortadura de las áreas netas de chapa que correspondan a cada tipo de desgarro. En el caso de extremos de vigas con unión en cortante (figura 8.3) se adoptará para dicha resistencia el menor valor de:

$$\begin{aligned} F_{v,Rd} &= \frac{f_y A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \\ F_{v,Rd} &= \frac{f_u A_{net}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} \\ F_{v,Rd} &= \frac{f_y A_{ef}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \end{aligned} \quad (8.10)$$

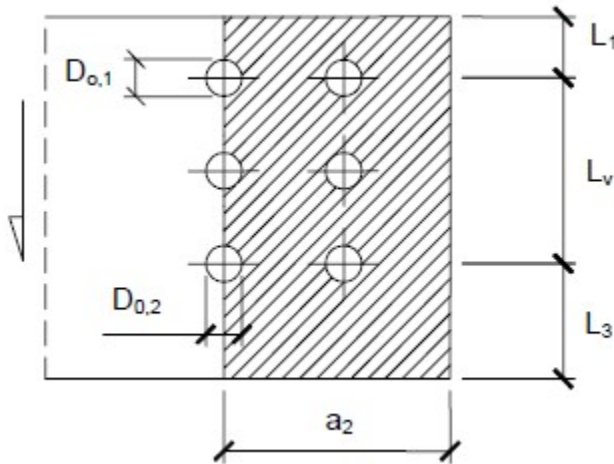
siendo

$$\begin{aligned} A &\text{ área bruta de la sección a cortante: } A = t (L_v + L_1 + L_3); \\ A_{net} &\text{ área neta de la sección: } A_{net} = t (L_v + L_1 + L_3 - n d_{0,1}); \\ A_{ef} &\text{ área eficaz de la sección: } A_{ef} = t (L_v + L_1 + L_2). \end{aligned}$$

donde

$$L_2 = (a_2 - k d_{0,2}) \frac{f_u}{f_y} \quad (8.11)$$

- t espesor de la chapa;
- L_v distancia entre ejes de agujeros extremos en la dirección del esfuerzo;
- L_1 distancia del último agujero, en el sentido del esfuerzo, al borde de la chapa. $L_1 \leq 5d$, siendo d el diámetro nominal de los tornillos de la unión;
- L_3 distancia del eje del primer agujero, en el sentido del esfuerzo, al borde de la chapa;
- n número de agujeros a lo largo de la línea sometida a cortadura;
- $d_{0,2}$ dimensión de los agujeros en dirección perpendicular al esfuerzo cortante;
- $d_{0,1}$ dimensión de los agujeros en la dirección paralela al esfuerzo cortante;
- a_2 distancia del borde a la fila de agujeros más alejada;
- k coeficiente de valor:



$$A = 11 \cdot (516 + 62 + 62) = 7040 \text{ mm}^2$$

$$A_{net} = 11 \cdot (516 + 62 + 62 - 6 \cdot 18) = 5852 \text{ mm}^2$$

$$A_{ef} = 11 \cdot \left(508 + 62 + \left((96 - 2.5 \cdot 18) \cdot \frac{410}{275} \right) \right) = 7120 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 7040}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 1064 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 5852}{\sqrt{3} \cdot 1.25} = 743 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 7120}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 1091 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed} \quad 743 > 34.53 \quad \text{CUMPLE}$$

3 Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo será la menor de:

a) La resistencia a tracción del tornillo:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \quad (8.12)$$

siendo

A_s área resistente a tracción del tornillo.

En tornillos de cabeza avellanada se admitirá como resistencia máxima el 70% de la expresada en (8.12).

b) La resistencia de cálculo a punzonamiento de la cabeza del tornillo o la tuerca, $F_{p,Rd}$, dada por:

$$F_{p,Rd} = \frac{0,6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} \quad (8.13)$$

siendo

t_p espesor de la placa que se encuentra bajo el tornillo o la tuerca;

d_m menor valor de la distancia media entre vértices y caras de la cabeza del tornillo o la tuerca.

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 157}{1,25} = 90,4 \text{ kN}$$

$$F_{p,Rd} = \frac{0,6 \cdot \pi \cdot 22 \cdot 11 \cdot 410}{1,25} = 147 \text{ kN}$$

4 Solicitación combinada. Cuando un tornillo esté solicitado simultáneamente a tracción y a esfuerzo cortante, además de cumplir separadamente las condiciones para cortadura y tracción, debe verificar la condición de interacción siguiente:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1 \quad (8.14)$$

siendo

$F_{v,Ed}$ esfuerzo de cálculo perpendicular al eje del tornillo;

$F_{t,Ed}$ esfuerzo axial de cálculo por tornillo al que en su caso se añadirán las tracciones debidas al efecto palanca;

$F_{v,Rd}$ resistencia de cálculo frente a la cortadura del vástago;

$F_{t,Rd}$ resistencia de cálculo en tracción.

$$\frac{26,14}{50,24} + \frac{39,53}{1,4 \cdot 90,4} < 1$$

$$0,83 < 1 \text{ CUMPLE}$$

Para las soldaduras, se comprueba según el punto 8.2.6 Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo.

- 3 Como alternativa al punto anterior, se podrán descomponer los esfuerzos transmitidos por unidad de longitud en sus componentes, suponiendo que sobre la sección de garganta hay una distribución uniforme de tensiones (figura 8.10). La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.23)$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

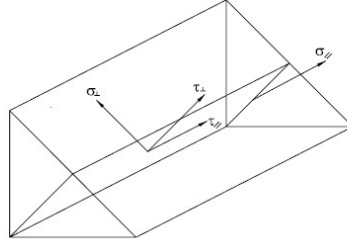


Figura 8.10 Tensiones en la sección de garganta

siendo

- β_w coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1;
 f_u resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión;
 σ_{\perp} tensión normal perpendicular al plano de la garganta;
 σ_{\parallel} tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar;
 τ_{\perp} tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón;
 τ_{\parallel} tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Tabla 8.1 Coeficiente de correlación β_w

| Acero | f_u (N/mm ²) | β_w |
|-------|----------------------------|-----------|
| S 235 | 360 | 0,80 |
| S 275 | 430 | 0,85 |

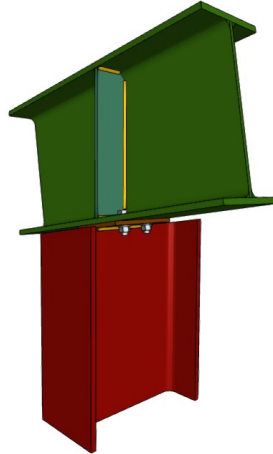
Se realizarán seis comprobaciones diferentes:

- Ala superior del dintel
- Ala inferior del dintel
- Alma del dintel
- Alma de la cartela
- Ala de la cartela superior
- Ala de la cartela inferior

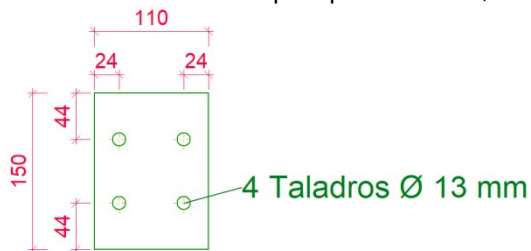
| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|-------------------------------------|---|----------------------------|------------|---------------------------------------|------------|----------------------------|-----------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f_u (N/mm ²) | β_w |
| | σ_{\perp} (N/mm ²) | τ_{\perp} (N/mm ²) | τ_{\parallel} (N/mm ²) | Valor (N/mm ²) | Aprov. (%) | σ_{\perp} (N/mm ²) | Aprov. (%) | | |
| Soldadura del ala superior | 76.1 | 88.4 | 0.3 | 170.9 | 44.30 | 90.2 | 27.49 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del alma | 80.3 | 80.3 | 12.4 | 162.1 | 42.00 | 80.3 | 24.48 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del ala inferior | 47.9 | 41.3 | 0.2 | 86.0 | 22.29 | 47.9 | 14.60 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del alma de la cartela | 81.9 | 81.9 | 12.4 | 165.3 | 42.83 | 81.9 | 24.98 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del ala de la cartela | 76.4 | 102.4 | 0.0 | 193.1 | 50.04 | 97.1 | 29.62 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del alma de la cartela al ala inferior | 0.0 | 0.0 | 8.6 | 14.9 | 3.86 | 0.0 | 0.00 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del ala de la cartela al ala inferior | La comprobación no procede. | | | | | | | 410.0 | 0.85 |

Unión pilar intermedio hastial con dintel

La unión se realiza apoyando el dintel sobre una chapa soldada al pilar, y asegurándola al dintel con dos hileras de 2 tornillos. Para prevenir abolladura en el alma del dintel, se colocan dos cartelas soldadas a la misma. Tornillos de M12 y clase 8.8.



Para calcular el ala del pilar para tracción, se calcula la carga de rotura como la menor entre:



- Por rotura a tracción de los tornillos.

$$F_{d,max} = \sum F_{t,Rd}$$

El sumatorio se refiere a la suma global de la resistencia de cálculo de cada uno de los tornillos de la unión. Siendo tornillos de clase 8.8:

- 3 Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo será la menor de:

- a) La resistencia a tracción del tornillo:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \quad (8.12)$$

siendo

A_s área resistente a tracción del tornillo.

En tornillos de cabeza avellanada se admitirá como resistencia máxima el 70% de la expresada en (8.12).

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 \cdot 800 \cdot 84.3}{1.25} = 48.55 \text{ kN} \cdot 2 \text{ tornillos} = 97.11 \text{ kN}$$

- Por rotura a tracción de los tornillos y formación simultanea de rótulas en la zona de entronque ala-alma.

$$F_{d,max} = \frac{2bM_p + s \sum F_{t,Rd}}{m + s} \quad (8.47)$$

siendo

M_p momento plástico por unidad de longitud en la rótula –charnela– formada:

$$M_p = \frac{t_f^2 f_y}{4 \gamma_{M0}} \quad (8.48)$$

(f_y es el límite elástico del acero de la chapa frontal o ala)

m distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela (fig 8.15):

En extremos soldados:

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 0.8 a \sqrt{2} \quad (8.49)$$

En extremos laminados:

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 0.8 r \quad (8.50)$$

b longitud de la chapa frontal. No será superior a un valor eficaz, b_{ef} , que se podrá determinar mediante la teoría de líneas de rotura siempre que esté suficientemente contrastado experimentalmente. Véase (8.64), (8.65), (8.66) y (8.67) para uniones laterales a pilares;

s toma los siguientes valores:

$$s \leq 125 \text{ mm} \leq e \quad (8.51)$$

$s = e$, en el caso de la chapa frontal o unión de dos alas, debiéndose tomar en este último caso el menor de los valores de e .

$$F_{d,max} = \frac{2 \cdot 0.110 \cdot 8.45 + 0.028 \cdot 97.11}{0.023 + 0.028} = 97.11 \text{ kN}$$

Siendo

- $m = 23 \text{ mm}$
- $s = 28 \text{ mm}$
- $M_p = 8450 \text{ N}$
- $F_{t,Rd} = 97.11 \text{ kN}$

- Por formación de dos rótulas plásticas en cada ala de la T.

$$F_{d,max} = \frac{4 b M_p}{m}$$

$$F_{d,max} = \frac{4 \cdot 0.110 \cdot 8.45}{0.023} = 161.65 \text{ kN}$$

Por tanto, la resistencia es de 97.11 kN, con una fuerza de tracción solicitante $F_{t,Ed} = 6.32 \text{ kN}$

$$F_{t,Ed} < F_{t,Rd} \quad \text{CUMPLE}$$

El punto 8.5.1 Disposiciones constructivas, indica parámetros geométricos que se deben cumplir a la hora de disponer los tornillos.

Los límites máximos y mínimos para las distancias entre ejes de agujeros o de éstos a los bordes de las piezas, son (figura 8.2):

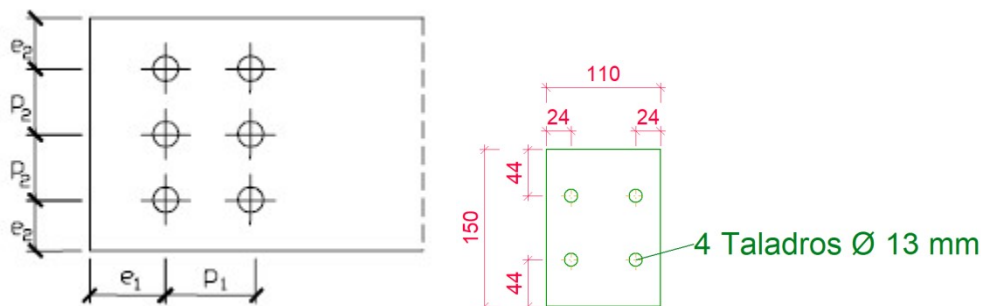
a) distancias mínimas:

- en la dirección de la fuerza que se transmite:
 - $e_1 \geq 1,2 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza;
 - $p_1 \geq 2,2 d_0$ entre ejes de agujeros;
- en la dirección perpendicular a la fuerza que se transmite:
 - $e_2 \geq 1,5 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza;
 - $p_2 \geq 3,0 d_0$ entre ejes de agujeros;

siendo d_0 el diámetro del agujero.

b) distancias máximas:

- al borde de la pieza:
 - Para e_1 y e_2 $\begin{cases} \leq 40\text{mm} + 4t \\ \leq 12t \text{ ó } 150\text{mm} \end{cases}$
- entre tornillos:
 - en elementos a compresión será $p \leq 14 t$ y $p \leq 200 \text{ mm}$; siendo t el espesor en mm de la menor de las piezas que se unen;
 - en elementos a tracción:
 - filas exteriores $p_e \leq 14 t$ y $p_e \leq 200 \text{ mm}$;
 - filas interiores $p_i \leq 28 t$ y $p_i \leq 400 \text{ mm}$.



a) Distancias mínimas

i)

- $24 > 1.2 \cdot 13 = 15.6$ **CUMPLE**

- $62 > 2.2 \cdot 13 = 28.6$ **CUMPLE**

ii)

- $44 > 1.5 \cdot 13 = 19.5$ **CUMPLE**

- $62 > 3 \cdot 13 = 39$ **CUMPLE**

b) Distancias máximas

i)

- $44 < 40 + 4 \cdot 8 = 72$ y $< 12 \cdot 8 = 96$ **CUMPLE**

ii)

- $62 < 14 \cdot 8 = 112$ y < 200 **CUMPLE**

El punto 8.5.2 Resistencia de las uniones atornilladas sin pretensar indica los requisitos de cálculo que deben cumplir los tornillos solicitados bajo esfuerzos.

a) Resistencia a cortante en la sección transversal del tornillo:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0.5f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} \quad (8.7)$$

siendo

n número de planos de corte;

f_{ub} resistencia última del acero del tornillo;

A área de la caña del tornillo A_d o el área resistente del tornillo A_s , según se encuentren los planos de cortadura en el vástago o la parte roscada del tornillo respectivamente.

$$F_{v,Rd} = 1 \cdot \frac{0.5 \cdot 800 \cdot 84.3}{1.25} = 26.98 \text{ kN}$$

$F_{v,Rd} > F_{v,Ed}$ $4.02 > 26.14$ **CUMPLE**

b) Resistencia a aplastamiento de la chapa que se une:

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} \quad (8.8)$$

siendo

d diámetro del vástago del tornillo;

t menor espesor de las chapas que se unen;

f_u resistencia última del acero de las chapas que se unen;

α es el menor de:

$$\frac{e_1}{3d_0}; \quad \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \quad \frac{f_{ub}}{f_u}; \quad 1,0 \quad (8.9)$$

donde

e_1 distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite;

p_1 separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite;

d_0 diámetro del agujero;

$$F_{t,Rd} = \frac{2.5 \cdot 0.61 \cdot 410 \cdot 12 \cdot 8}{1.25} = 48.01 \text{ kN}$$

Con

$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0.61$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4} = 1.33$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = 1.95$$

Por tanto, $\alpha = 0.61$

$$F_{t,Rd} > F_{t,Ed} \quad 48.01 > 4.32 \quad \text{CUMPLE}$$

c) Resistencia a desgarro del alma:

Corresponde a la menor resistencia a rotura del bloque material que remata cualquiera de las líneas entre agujeros extendida a los bordes más cercanos. Se contabilizarán las resistencias en tracción o cortadura de las áreas netas de chapa que correspondan a cada tipo de desgarro. En el caso de extremos de vigas con unión en cortante (figura 8.3) se adoptará para dicha resistencia el menor valor de:

$$\begin{aligned} F_{v,Rd} &= \frac{f_y A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \\ F_{v,Rd} &= \frac{f_u A_{net}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} \\ F_{v,Rd} &= \frac{f_y A_{ef}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \end{aligned} \quad (8.10)$$

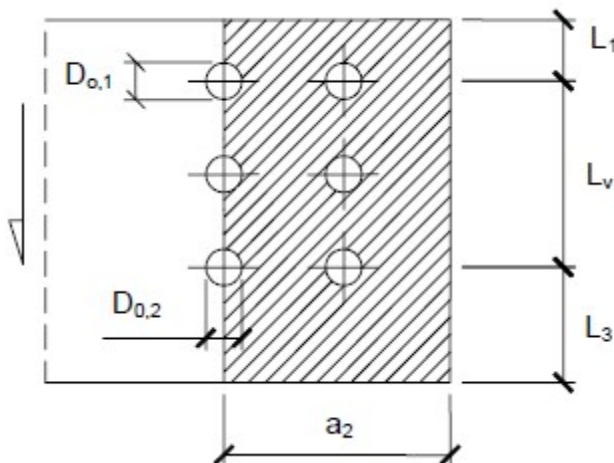
siendo

$$\begin{aligned} A &\text{ área bruta de la sección a cortante: } A = t (L_v + L_1 + L_3); \\ A_{net} &\text{ área neta de la sección: } A_{net} = t (L_v + L_1 + L_3 - n d_{0,1}); \\ A_{ef} &\text{ área eficaz de la sección: } A_{ef} = t (L_v + L_1 + L_2). \end{aligned}$$

donde

$$L_2 = (a_2 - k d_{0,2}) \frac{f_u}{f_y} \quad (8.11)$$

- t espesor de la chapa;
- L_v distancia entre ejes de agujeros extremos en la dirección del esfuerzo;
- L_1 distancia del último agujero, en el sentido del esfuerzo, al borde de la chapa. $L_1 \leq 5d$, siendo d el diámetro nominal de los tornillos de la unión;
- L_3 distancia del eje del primer agujero, en el sentido del esfuerzo, al borde de la chapa;
- n número de agujeros a lo largo de la línea sometida a cortadura;
- $d_{0,2}$ dimensión de los agujeros en dirección perpendicular al esfuerzo cortante;
- $d_{0,1}$ dimensión de los agujeros en la dirección paralela al esfuerzo cortante;
- a_2 distancia del borde a la fila de agujeros más alejada;
- k coeficiente de valor:



$$A = 8 \cdot (62 + 44 + 44) = 1200 \text{ mm}^2$$

$$A_{net} = 8 \cdot (62 + 44 + 44 - 2 \cdot 12) = 1008 \text{ mm}^2$$

$$A_{ef} = 8 \cdot \left(62 + 44 + \left((86 - 2.5 \cdot 13) \cdot \frac{410}{275} \right) \right) = 1148 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 1200}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 181.45 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 1008}{\sqrt{3} \cdot 1.25} = 152 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 1148}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 173.6 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed} \quad 152 > 4.02 \text{ CUMPLE}$$

3 Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo será la menor de:

a) La resistencia a tracción del tornillo:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \quad (8.12)$$

siendo

A_s área resistente a tracción del tornillo.

En tornillos de cabeza avellanada se admitirá como resistencia máxima el 70% de la expresada en (8.12).

b) La resistencia de cálculo a punzonamiento de la cabeza del tornillo o la tuerca, $F_{p,Rd}$, dada por:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} \quad (8.13)$$

siendo

t_p espesor de la placa que se encuentra bajo el tornillo o la tuerca;

d_m menor valor de la distancia media entre vértices y caras de la cabeza del tornillo o la tuerca.

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 \cdot 800 \cdot 84.3}{1.25} = 48.55 \text{ kN}$$

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 12 \cdot 8 \cdot 410}{1.25} = 59.35 \text{ kN}$$

- 4 Solicitud combinada. Cuando un tornillo esté solicitado simultáneamente a tracción y a esfuerzo cortante, además de cumplir separadamente las condiciones para cortadura y tracción, debe verificar la condición de interacción siguiente:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad (8.14)$$

siendo

$F_{v,Ed}$ esfuerzo de cálculo perpendicular al eje del tornillo;

$F_{t,Ed}$ esfuerzo axil de cálculo por tornillo al que en su caso se añadirán las tracciones debidas al efecto palanca;

$F_{v,Rd}$ resistencia de cálculo frente a la cortadura del vástago;

$F_{t,Rd}$ resistencia de cálculo en tracción.

$$\frac{4.02}{26.14} + \frac{4.32}{1.4 \cdot 48.01} < 1$$

0.22 < 1 **CUMPLE**

Para las soldaduras, se comprueba según el punto 8.2.6 Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo.

- 3 Como alternativa al punto anterior, se podrán descomponer los esfuerzos transmitidos por unidad de longitud en sus componentes, suponiendo que sobre la sección de garganta hay una distribución uniforme de tensiones (figura 8.10). La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.23)$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

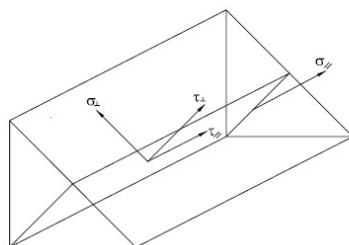


Figura 8.10 Tensiones en la sección de garganta

siendo

β_w coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1;

f_u resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión;

σ_{\perp} tensión normal perpendicular al plano de la garganta;

σ_{\parallel} tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar;

τ_{\perp} tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón;

τ_{\parallel} tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Tabla 8.1 Coeficiente de correlación β_w

| Acero | f_u (N/mm ²) | β_w |
|-------|----------------------------|-----------|
| S 235 | 360 | 0,80 |
| S 275 | 430 | 0,85 |

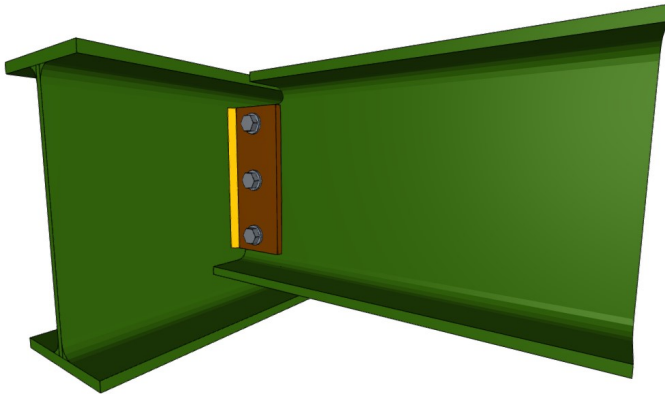
Se realizará una única comprobación diferente:

- Alma del dintel

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|-----------------------------|--|--|-------------------------------------|-------------------------------|---------------|--|---------------|-------------------------------|-----------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f_u (N/mm ²) | β_w |
| | σ_{\perp} (N/mm ²) | τ_{\perp} (N/mm ²) | $\tau_{ }$ (N/mm ²) | Valor (N/mm ²) | Aprov. (%) | σ_{\perp} (N/mm ²) | Aprov. (%) | | |
| Soldadura del alma | 9.7 | 15.1 | 13.0 | 35.8 | 9.29 | 16.2 | 4.95 | 410.0 | 0.85 |

Uniones vigas de forjado

Las uniones en forjado se realizan atornillando a una chapa el alma de la viga secundaria, y soldando dicha chapa a la viga principal, recortando parte del ala superior y alma. Se utilizan tornillos de M12 y clase 8.8.



El punto 8.5.2 Resistencia de las uniones atornilladas sin pretensar indica los requisitos de cálculo que deben cumplir los tornillos solicitados bajo esfuerzos.

- a) Resistencia a cortante en la sección transversal del tornillo:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0,5f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} \quad (8.7)$$

siendo

n número de planos de corte;

f_{ub} resistencia última del acero del tornillo;

A área de la caña del tornillo A_d o el área resistente del tornillo A_s , según se encuentren los planos de cortadura en el vástago o la parte roscada del tornillo respectivamente.

$$F_{v,Rd} = 1 \cdot \frac{0,5 \cdot 800 \cdot 84,3}{1,25} = 26,98 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed} \quad 0,389 > 26,14 \quad \text{CUMPLE}$$

b) Resistencia a aplastamiento de la chapa que se une:

$$F_{t,Rd} = \frac{2,5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} \quad (8.8)$$

siendo

d diámetro del vástago del tornillo;

t menor espesor de las chapas que se unen;

f_u resistencia última del acero de las chapas que se unen;

α es el menor de:

$$\frac{e_1}{3d_0}; \quad \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \quad \frac{f_{ub}}{f_u}; \quad 1,0 \quad (8.9)$$

donde

e_1 distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite;

p_1 separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite;

d_0 diámetro del agujero;

$$F_{t,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,52 \cdot 410 \cdot 12 \cdot 8}{1,25} = 40,93 \text{ kN}$$

Con

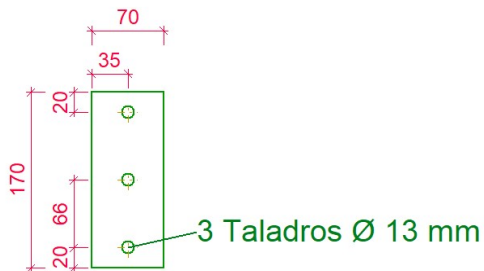
$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,52$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4} = 1,44$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = 1,95$$

Por tanto, $\alpha = 0,52$

$$F_{t,Rd} > F_{t,Ed} \quad 40,93 > 0 \quad \text{CUMPLE}$$



c) Resistencia a desgarro del alma:

Corresponde a la menor resistencia a rotura del bloque material que remata cualquiera de las líneas entre agujeros extendida a los bordes más cercanos. Se contabilizarán las resistencias en tracción o cortadura de las áreas netas de chapa que correspondan a cada tipo de desgarro. En el caso de extremos de vigas con unión en cortante (figura 8.3) se adoptará para dicha resistencia el menor valor de:

$$\begin{aligned} F_{v,Rd} &= \frac{f_y A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \\ F_{v,Rd} &= \frac{f_u A_{net}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} \\ F_{v,Rd} &= \frac{f_y A_{ef}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \end{aligned} \quad (8.10)$$

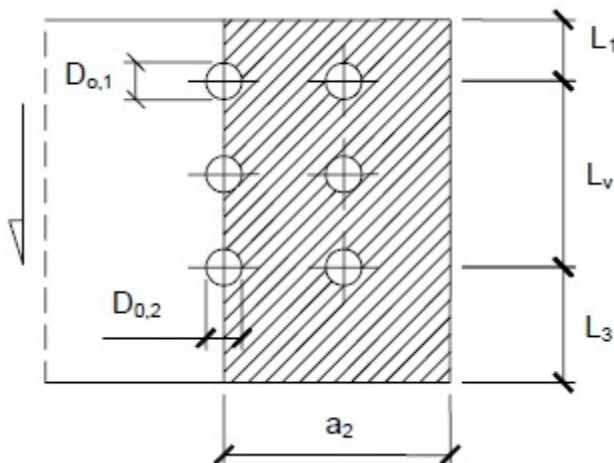
siendo

$$\begin{aligned} A &\text{ área bruta de la sección a cortante: } A = t (L_v + L_1 + L_3); \\ A_{net} &\text{ área neta de la sección: } A_{net} = t (L_v + L_1 + L_3 - n d_{0,1}); \\ A_{ef} &\text{ área eficaz de la sección: } A_{ef} = t (L_v + L_1 + L_2). \end{aligned}$$

donde

$$L_2 = (a_2 - k d_{0,2}) \frac{f_u}{f_y} \quad (8.11)$$

- t espesor de la chapa;
- L_v distancia entre ejes de agujeros extremos en la dirección del esfuerzo;
- L_1 distancia del último agujero, en el sentido del esfuerzo, al borde de la chapa. $L_1 \leq 5d$, siendo d el diámetro nominal de los tornillos de la unión;
- L_3 distancia del eje del primer agujero, en el sentido del esfuerzo, al borde de la chapa;
- n número de agujeros a lo largo de la línea sometida a cortadura;
- $d_{0,2}$ dimensión de los agujeros en dirección perpendicular al esfuerzo cortante;
- $d_{0,1}$ dimensión de los agujeros en la dirección paralela al esfuerzo cortante;
- a_2 distancia del borde a la fila de agujeros más alejada;
- k coeficiente de valor:



$$A = 8 \cdot (132 + 20 + 20) = 1360 \text{ mm}^2$$

$$A_{net} = 8 \cdot (132 + 20 + 20 - 2 \cdot 12) = 1168 \text{ mm}^2$$

$$A_{ef} = 8 \cdot \left(132 + 20 + \left((35 - 2.5 \cdot 13) \cdot \frac{410}{275} \right) \right) = 1245 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 1360}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 205.6 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 1168}{\sqrt{3} \cdot 1.25} = 148.35 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 1245}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 188.25 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed} \quad 148.35 > 0.38 \text{ CUMPLE}$$

3 Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo será la menor de:

a) La resistencia a tracción del tornillo:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \quad (8.12)$$

siendo

A_s área resistente a tracción del tornillo.

En tornillos de cabeza avellanada se admitirá como resistencia máxima el 70% de la expresada en (8.12).

b) La resistencia de cálculo a punzonamiento de la cabeza del tornillo o la tuerca, $F_{p,Rd}$, dada por:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} \quad (8.13)$$

siendo

t_p espesor de la placa que se encuentra bajo el tornillo o la tuerca;

d_m menor valor de la distancia media entre vértices y caras de la cabeza del tornillo o la tuerca.

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 \cdot 800 \cdot 84.3}{1.25} = 48.55 \text{ kN}$$

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 12 \cdot 8 \cdot 410}{1.25} = 59.35 \text{ kN}$$

- 4 Solicitación combinada. Cuando un tornillo esté solicitado simultáneamente a tracción y a esfuerzo cortante, además de cumplir separadamente las condiciones para cortadura y tracción, debe verificar la condición de interacción siguiente:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad (8.14)$$

siendo

$F_{v,Ed}$ esfuerzo de cálculo perpendicular al eje del tornillo;

$F_{t,Ed}$ esfuerzo axil de cálculo por tornillo al que en su caso se añadirán las tracciones debidas al efecto palanca;

$F_{v,Rd}$ resistencia de cálculo frente a la cortadura del vástago;

$F_{t,Rd}$ resistencia de cálculo en tracción.

$$\frac{0}{40.93} + \frac{0.389}{1.4 \cdot 48.55} < 1$$

$$0.005 < 1 \quad \text{CUMPLE}$$

Para las soldaduras, se comprueba según el punto 8.2.6 Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo.

- 3 Como alternativa al punto anterior, se podrán descomponer los esfuerzos transmitidos por unidad de longitud en sus componentes, suponiendo que sobre la sección de garganta hay una distribución uniforme de tensiones (figura 8.10). La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.23)$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

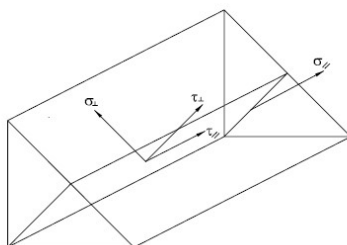


Figura 8.10 Tensiones en la sección de garganta

siendo

β_w coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1;

f_u resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión;

σ_{\perp} tensión normal perpendicular al plano de la garganta;

σ_{\parallel} tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar;

τ_{\perp} tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón;

τ_{\parallel} tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Tabla 8.1 Coeficiente de correlación β_w

| Acero | f_u (N/mm ²) | β_w |
|-------|----------------------------|-----------|
| S 235 | 360 | 0,80 |
| S 275 | 430 | 0,85 |

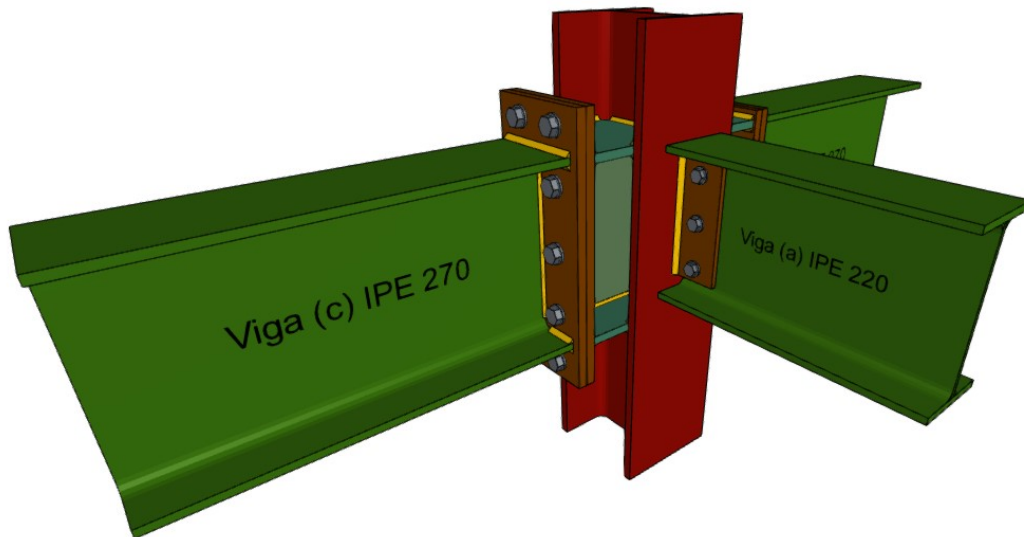
Se realizará una única comprobación diferente:

- Alma la viga principal

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|--|--|--|-------------------------------------|-------------------------------|---------------|--|---------------|-------------------------------|-----------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f_u (N/mm ²) | β_w |
| | σ_{\perp} (N/mm ²) | τ_{\perp} (N/mm ²) | $\tau_{ }$ (N/mm ²) | Valor (N/mm ²) | Aprov. (%) | σ_{\perp} (N/mm ²) | Aprov. (%) | | |
| Detalle de la soldadura de la chapa lateral. | 0.5 | 0.5 | 0.5 | 1.3 | 0.34 | 0.5 | 0.15 | 410.0 | 0.85 |

Unión forjado con pilar de pórtico

El pilar del pórtico sirve como unión para dos vigas de forjado principales y una secundaria. Los principales se unen con dos chapas atornilladas, estando cada una de ellas soldada a la pieza a unir. La secundaria está unida con una soldadura a través de la chapa a la viga, que se une con tornillería a la misma. Tornillos de M16 para principales y M12 para secundarias, clase 8.8.



Pilar

6.3.3.4 Abolladura del alma por cortante

- 1 No es preciso comprobar la resistencia a la abolladura del alma en las barras en las que se cumpla:

$$\frac{d}{t} < 70 \cdot \varepsilon \quad (6.36)$$

En este caso, se comprobará la esbeltez del alma del pilar.

$$\frac{152}{8.5} < 70 \cdot \sqrt{\frac{235}{275}}$$

$$17.88 < 64.71 \quad \text{CUMPLE}$$

Según el punto 8.8.6 Uniones de viga y pilar atornilladas con chapa frontal, la resistencia del alma del pilar a cortante:

- 5 La capacidad resistente frente a esfuerzo cortante del alma, no rigidizada, del pilar, $V_{wp,Rd}$ es:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 f_y A_{vc}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \quad (8.60)$$

Para la dirección z:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 \cdot 275 \cdot 1530}{\sqrt{3} \cdot 1,05} = 208,22 \text{ kN}$$

Para la dirección x:

$$V_{wp,Rd} = \frac{0,9 \cdot 275 \cdot 2310}{\sqrt{3} \cdot 1,05} = 314,41 \text{ kN}$$

$$V_{wp,Rd} > V_{wp,Ed}$$

$$314,41 > 0,06 \text{ CUMPLE}$$

La colocación de rigidizadores genera una tracción que pueden dañar las alas del pilar, por tanto, según el punto 6.1 Generalidades:

- 2 Aunque en el caso de las clases 1 y 2 es una opción holgadamente segura, es admisible utilizar en cualquier caso criterios de comprobación basados en distribuciones elásticas de tensiones, siempre que en ningún punto de la sección, (y en clase 4, considerando sólo la eficaz), las tensiones de cálculo, combinadas conforme al criterio de plastificación de Von Mises, superen la resistencia de cálculo. En un punto de una chapa sometido a un estado plano de tensión sería:

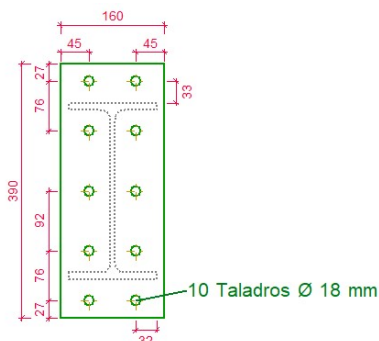
$$\sqrt{\sigma_{xd}^2 + \sigma_{zd}^2 - \sigma_{xd} \cdot \sigma_{zd} + 3 \cdot \tau_{xzd}^2} \leq f_{yd} \quad (6.1)$$

$$\sqrt{22,5^2 + 3 \cdot 60,96^2} < \frac{275}{1,05}$$

$$107,96 < 261,9 \frac{N}{mm^2} \text{ CUMPLE}$$

Viga principal IPE 270

- Chapa vertical



Chapa frontal de la viga (c) IPE 270
(e = 14 mm)

Comprobación de la sección a cortante según 6.2.4:

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

$$V_{pl,Rd} = 875 \cdot \frac{275}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 132.31 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} > V_{pl,Ed}$$

$$132.31 > 120.15 \text{ kN} \quad \text{CUMPLE}$$

Comprobación de la sección a tracción según 6.2.3:

6.2.3 Resistencia de las secciones a tracción

- 1 Como resistencia de las secciones a tracción, $N_{t,Rd}$, puede emplearse la plástica de la sección bruta sin superar la última de la sección neta:

$$N_{t,Rd} \leq N_{pl,Rd} = A \cdot f_{yd} \quad (6.2)$$

$$N_{t,Rd} = 366 \cdot \frac{275}{1.05} = 95.90 \text{ kN}$$

$$N_{t,Rd} > N_{t,Ed}$$

$$95.90 > 51.32 \text{ kN} \quad \text{CUMPLE}$$

- Rigidizadores

Comprobación a tracción de los rigidizadores según punto 6.2.3.

$$N_{t,Rd} = 810 \cdot \frac{275}{1.05} = 212.14 \text{ kN}$$

$$N_{t,Rd} > N_{t,Ed}$$

$$212.14 > 32.66 \text{ kN} \quad \text{CUMPLE}$$

Comprobación de tracción de la chapa frontal por la tornillería:

Se calcula la carga de rotura como la menor entre:

- Por rotura a tracción de los tornillos.

$$F_{d,max} = \sum F_{t,Rd}$$

El sumatorio se refiere a la suma global de la resistencia de cálculo de cada uno de los tornillos de la unión. Siendo tornillos de clase 8.8:

3 Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo será la menor de:

a) La resistencia a tracción del tornillo:

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \quad (8.12)$$

siendo

A_s área resistente a tracción del tornillo.

En tornillos de cabeza avellanada se admitirá como resistencia máxima el 70% de la expresada en (8.12).

$$F_{t,Rd} = \frac{0,9 \cdot 800 \cdot 157}{1,25} = 90.43 \text{ kN} \cdot 2 \text{ tornillos} = 180.86 \text{ kN}$$

- Por rotura a tracción de los tornillos y formación simultanea de rótulas en la zona de entronque ala-alma.

$$F_{d,max} = \frac{2 b M_p + s \sum F_{t,Rd}}{m + s} \quad (8.47)$$

siendo

M_p momento plástico por unidad de longitud en la rótula –charnela– formada:

$$M_p = \frac{t_f^2 f_y}{4 \gamma_{M0}} \quad (8.48)$$

(f_y es el límite elástico del acero de la chapa frontal o ala)

m distancia del eje del tornillo a la rótula o charnela (fig 8.15):

En extremos soldados:

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 0,8 a \sqrt{2} \quad (8.49)$$

En extremos laminados:

$$m = \frac{w - t_w}{2} - 0,8 r \quad (8.50)$$

b longitud de la chapa frontal. No será superior a un valor eficaz, b_{ef} , que se podrá determinar mediante la teoría de líneas de rotura siempre que esté suficientemente contrastado experimentalmente. Véase (8.64), (8.65), (8.66) y (8.67) para uniones laterales a pilares;

s toma los siguientes valores:

$$s \leq 1,25 m \leq e \quad (8.51)$$

$s = e$, en el caso de la chapa frontal o unión de dos alas, debiéndose tomar en este último caso el menor de los valores de e .

$$F_{d,max} = \frac{2 \cdot 0.160 \cdot 6.43 + 0.028 \cdot 180.86}{0.027 + 0.027} = 128.25 \text{ kN}$$

Siendo

- $m = 27 \text{ mm}$
 - $s = 27 \text{ mm}$
 - $M_p = 6430 \text{ N}$
 - $F_{t,Rd} = 180.86 \text{ kN}$
- Por formación de dos rótulas plásticas en cada ala de la T.

$$F_{d,max} = \frac{4 b M_p}{m}$$

$$F_{d,max} = \frac{4 \cdot 0.160 \cdot 6.43}{0.027} = 151.37 \text{ kN}$$

Por tanto, la resistencia es de 128.25 kN, con una fuerza de tracción solicitante $F_{t,Ed} = 102.65 \text{ kN}$

$$F_{t,Ed} < F_{t,Rd} \quad \text{CUMPLE}$$

El punto 8.5.1 Disposiciones constructivas, indica parámetros geométricos que se deben cumplir a la hora de disponer los tornillos.

Los límites máximos y mínimos para las distancias entre ejes de agujeros o de éstos a los bordes de las piezas, son (figura 8.2):

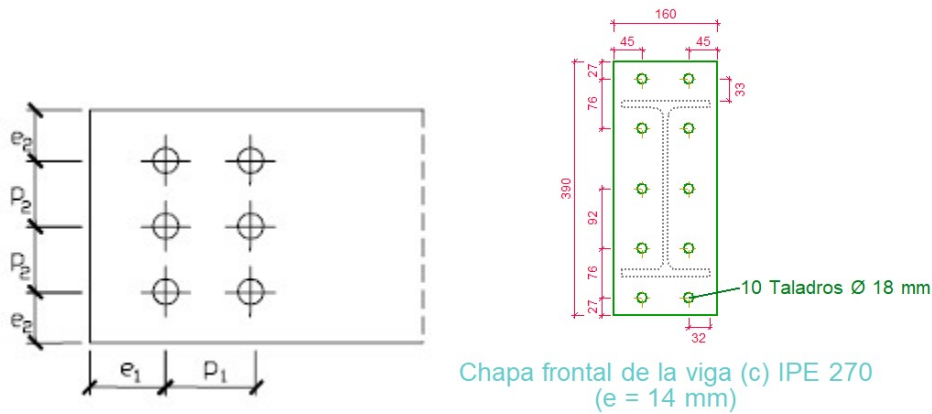
a) distancias mínimas:

- i) en la dirección de la fuerza que se transmite:
 - $e_1 \geq 1,2 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza;
 - $p_1 \geq 2,2 d_0$ entre ejes de agujeros;
- ii) en la dirección perpendicular a la fuerza que se transmite:
 - $e_2 \geq 1,5 d_0$ del eje del agujero al borde de la pieza;
 - $p_2 \geq 3,0 d_0$ entre ejes de agujeros;

siendo d_0 el diámetro del agujero.

b) distancias máximas:

- i) al borde de la pieza:
 - Para e_1 y e_2 $\begin{cases} \leq 40\text{mm} + 4t \\ \leq 12t \text{ ó } 150\text{mm} \end{cases}$
- ii) entre tornillos:
 - en elementos a compresión será $p \leq 14 t$ y $p \leq 200 \text{ mm}$; siendo t el espesor en mm de la menor de las piezas que se unen;
 - en elementos a tracción:
 - filas exteriores $p_e \leq 14 t$ y $p_e \leq 200 \text{ mm}$;
 - filas interiores $p_i \leq 28 t$ y $p_i \leq 400 \text{ mm}$.



a) Distancias mínimas

- i)
- $45 > 1.2 \cdot 18 = 21.6$ **CUMPLE**
 - $71 > 2.2 \cdot 18 = 39.6$ **CUMPLE**
- ii)
- $27 > 1.5 \cdot 18 = 27$ **CUMPLE**
 - $76 > 3 \cdot 18 = 54$ **CUMPLE**

b) Distancias máximas

- i)
- $45 < 40 + 4 \cdot 14 = 96$ y $< 16 \cdot 14 = 224$ **CUMPLE**
- ii)
- $76 < 14 \cdot 14 = 196$ y < 200 **CUMPLE**

El punto 8.5.2 Resistencia de las uniones atornilladas sin pretensar indica los requisitos de cálculo que deben cumplir los tornillos solicitados bajo esfuerzos.

a) Resistencia a cortante en la sección transversal del tornillo:

$$F_{v,Rd} = n \cdot \frac{0.5f_{ub} \cdot A}{\gamma_{M2}} \quad (8.7)$$

siendo

- n número de planos de corte;
- f_{ub} resistencia última del acero del tornillo;
- A área de la caña del tornillo A_d o el área resistente del tornillo A_s , según se encuentren los planos de cortadura en el vástago o la parte roscada del tornillo respectivamente.

$$F_{v,Rd} = 1 \cdot \frac{0.5 \cdot 800 \cdot 157}{1.25} = 50.24 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed} \quad 50.24 > 8.77 \quad \text{CUMPLE}$$

b) Resistencia a aplastamiento de la chapa que se une:

$$F_{t,Rd} = \frac{2,5 \alpha f_u d t}{\gamma_{M2}} \quad (8.8)$$

siendo

d diámetro del vástago del tornillo;

t menor espesor de las chapas que se unen;

f_u resistencia última del acero de las chapas que se unen;

α es el menor de:

$$\frac{e_1}{3d_0}; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4}; \frac{f_{ub}}{f_u}; 1,0 \quad (8.9)$$

donde

e_1 distancia del eje del agujero al borde de la chapa en la dirección de la fuerza que se transmite;

p_1 separación entre ejes de agujeros en la dirección de la fuerza que se transmite;

d_0 diámetro del agujero;

$$F_{t,Rd} = \frac{2,5 \cdot 0,83 \cdot 410 \cdot 18 \cdot 14}{1,25} = 171,5 \text{ kN}$$

Con

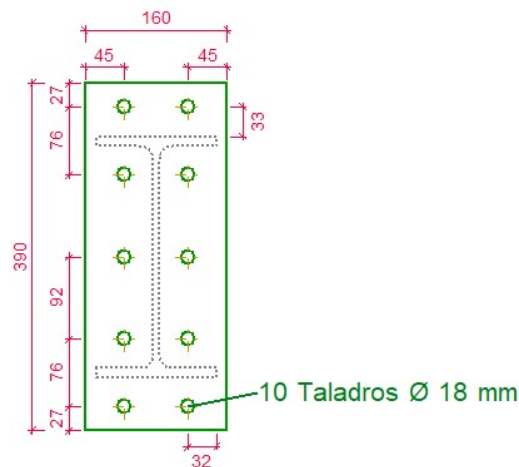
$$\frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0,83$$

$$\frac{p_1}{3 \cdot d_0} - \frac{1}{4} = 1,15$$

$$\frac{f_{ub}}{f_u} = 1,95$$

Por tanto, $\alpha = 0,83$

$$F_{t,Rd} > F_{t,Ed} \quad 171,5 > 4,7 \quad \text{CUMPLE}$$



Chapa frontal de la viga (c) IPE 270
($e = 14 \text{ mm}$)

c) Resistencia a desgarro del alma:

Corresponde a la menor resistencia a rotura del bloque material que remata cualquiera de las líneas entre agujeros extendida a los bordes más cercanos. Se contabilizarán las resistencias en tracción o cortadura de las áreas netas de chapa que correspondan a cada tipo de desgarró. En el caso de extremos de vigas con unión en cortante (figura 8.3) se adoptará para dicha resistencia el menor valor de:

$$\begin{aligned} F_{v,Rd} &= \frac{f_y A}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \\ F_{v,Rd} &= \frac{f_u A_{net}}{\sqrt{3} \gamma_{M2}} \\ F_{v,Rd} &= \frac{f_y A_{ef}}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \end{aligned} \quad (8.10)$$

siendo

A área bruta de la sección a cortante: $A = t (L_y + L_1 + L_3);$

A_{net} área neta de la sección: $A_{net} = t (L_v + L_1 + L_3 - n d_{0.1})$;

A_{ef} área eficaz de la sección: $A_{ef} = t (L_v + L_1 + L_2).$

donde

$$L_2 = (a_2 - kd_{0,2}) \frac{f_u}{f_v} \quad (8.11)$$

t espesor de la chapa;

L_v distancia entre ejes de agujeros extremos en la dirección del esfuerzo;

L₁ distancia del último agujero, en el sentido del esfuerzo, al borde de la chapa. $L_1 \leq 5d$, siendo d el diámetro nominal de los tornillos de la unión;

L_3 distancia del eje del primer agujero, en el sentido del esfuerzo, al borde de la chapa;

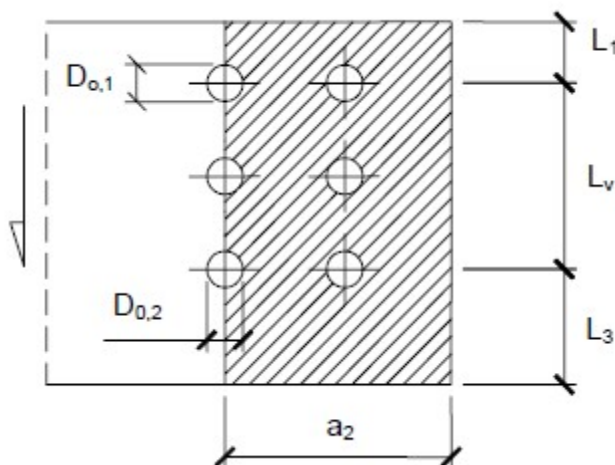
n número de agujeros a lo largo de la línea sometida a cortadura;

$d_{0,2}$ dimensión de los agujeros en dirección perpendicular al esfuerzo cortante;

$d_{0,1}$ dimensión de los agujeros en la dirección paralela al esfuerzo cortante;

a_2 distancia del borde a la fila de agujeros más alejada;

k coeficiente de valor:



$$A = 14 \cdot (330 + 33 + 27) = 5460 \text{ mm}^2$$

$$A_{net} = 14 \cdot (330 + 33 + 27 - 2 \cdot 18) = 1008 \text{ mm}^2$$

$$A_{ef} = 14 \cdot \left(330 + 33 + \left((115 - 2.5 \cdot 18) \cdot \frac{410}{275} \right) \right) = 6543 \text{ mm}^2$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 5460}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 825 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 4956}{\sqrt{3} \cdot 1.25} = 629 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} = \frac{275 \cdot 6543}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 989 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rd} > F_{v,Ed} \quad 629 > 8.77 \quad \text{CUMPLE}$$

3 Resistencia a tracción. La resistencia de cálculo a tracción $F_{t,Rd}$, por tornillo será la menor de:

a) La resistencia a tracción del tornillo:

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 f_{ub} A_s}{\gamma_{M2}} \quad (8.12)$$

siendo

A_s área resistente a tracción del tornillo.

En tornillos de cabeza avellanada se admitirá como resistencia máxima el 70% de la expresada en (8.12).

b) La resistencia de cálculo a punzonamiento de la cabeza del tornillo o la tuerca, $F_{p,Rd}$, dada por:

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \pi d_m t_p f_u}{\gamma_{M2}} \quad (8.13)$$

siendo

t_p espesor de la placa que se encuentra bajo el tornillo o la tuerca;

d_m menor valor de la distancia media entre vértices y caras de la cabeza del tornillo o la tuerca.

$$F_{t,Rd} = \frac{0.9 \cdot 800 \cdot 157}{1.25} = 90.43 \text{ kN}$$

$$F_{p,Rd} = \frac{0.6 \cdot \pi \cdot 18 \cdot 14 \cdot 410}{1.25} = 155 \text{ kN}$$

- 4 Solicitación combinada. Cuando un tornillo esté solicitado simultáneamente a tracción y a esfuerzo cortante, además de cumplir separadamente las condiciones para cortadura y tracción, debe verificar la condición de interacción siguiente:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1 \quad (8.14)$$

siendo

$F_{v,Ed}$ esfuerzo de cálculo perpendicular al eje del tornillo;

$F_{t,Ed}$ esfuerzo axil de cálculo por tornillo al que en su caso se añadirán las tracciones debidas al efecto palanca;

$F_{v,Rd}$ resistencia de cálculo frente a la cortadura del vástago;

$F_{t,Rd}$ resistencia de cálculo en tracción.

$$\frac{4.7}{50.24} + \frac{8.77}{1.4 \cdot 90.43} < 1$$

0.17 < 1 **CUMPLE**

Para las soldaduras, se comprueba según el punto 8.2.6 Resistencia de cálculo de las soldaduras en ángulo.

- 3 Como alternativa al punto anterior, se podrán descomponer los esfuerzos transmitidos por unidad de longitud en sus componentes, suponiendo que sobre la sección de garganta hay una distribución uniforme de tensiones (figura 8.10). La soldadura de ángulo será suficiente si, con las tensiones de cálculo, se cumple:

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad (8.23)$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$

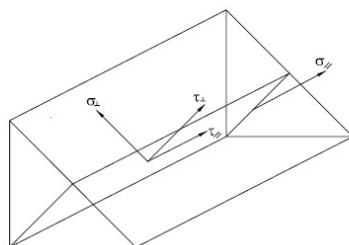


Figura 8.10 Tensiones en la sección de garganta

siendo

β_w coeficiente de correlación dado en la tabla 8.1;

f_u resistencia última a tracción de la pieza más débil de la unión;

σ_{\perp} tensión normal perpendicular al plano de la garganta;

σ_{\parallel} tensión normal paralela al eje del cordón. No actúa en el plano de comprobación ni se tiene en cuenta en las comprobaciones a realizar;

τ_{\perp} tensión tangencial (en el plano de la garganta) perpendicular al eje del cordón;

τ_{\parallel} tensión tangencial (en el plano de la garganta) paralelo al eje del cordón.

Tabla 8.1 Coeficiente de correlación β_w

| Acero | f_u (N/mm ²) | β_w |
|-------|----------------------------|-----------|
| S 235 | 360 | 0,80 |
| S 275 | 430 | 0,85 |

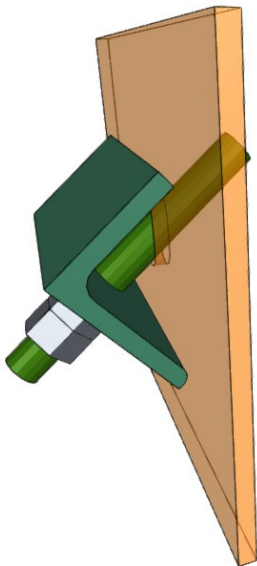
Se calculan tres puntos:

- Ala superior de la viga
- Ala inferior de la viga
- Alma de la viga

| Comprobación de resistencia | | | | | | | | | |
|-----------------------------|------------------------------------|------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|-------------------------------|-------|
| Ref. | Tensión de Von Mises | | | | | Tensión normal | | f_u (N/mm ²) | b_w |
| | s^\wedge (N/mm ²) | t^\wedge (N/mm ²) | $t_{ }$ (N/mm ²) | Valor (N/mm ²) | Aprov. (%) | s^\wedge (N/mm ²) | Aprov. (%) | | |
| Soldadura del ala superior | 112.7 | 112.7 | 0.0 | 225.3 | 58.39 | 112.7 | 34.35 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del alma | 154.3 | 154.3 | 29.9 | 313.0 | 81.10 | 154.3 | 47.05 | 410.0 | 0.85 |
| Soldadura del ala inferior | 96.3 | 96.3 | 0.0 | 192.5 | 49.89 | 96.3 | 29.34 | 410.0 | 0.85 |

Arriostramiento de tirantes

Unión con perfil en L que sirve de apoyo junto con una chapa con ojal para el paso del tirante, el cual se rosca para terminar la unión.



Comprobación de la sección a cortante según 6.2.4:

6.2.4 Resistencia de las secciones a corte

- 1 El esfuerzo cortante de cálculo V_{Ed} será menor que la resistencia de las secciones a cortante, $V_{c,Rd}$, que, en ausencia de torsión, será igual a la resistencia plástica:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} \quad (6.4)$$

$$V_{pl,Rd} = 127.02 \cdot \frac{275}{\sqrt{3} \cdot 1.05} = 127.02 \text{ kN}$$

$$V_{pl,Rd} > V_{pl,Ed}$$

$$127.02 > 16.60 \text{ kN} \text{ CUMPLE}$$

Comprobación de la sección a flexión según 6.2.6:

6.2.6 Resistencia de las secciones a flexión

1 La resistencia de las secciones a flexión, $M_{c,Rd}$, será:

a) la resistencia plástica de la sección bruta para las secciones de clase 1 y 2:

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} \cdot f_{yd} \quad (6.7)$$

siendo

W_{pl} módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión.

$$M_{pl,Rd} = 1680 \cdot \frac{275}{1.05} = 0.44 \text{ kN}$$

$$M_{pl,Rd} > M_{pl,Ed}$$

$$0.44 > 0.40 \text{ kN} \text{ CUMPLE}$$

En Zaragoza a 23 de Septiembre de 2020

Firmado

Adrián Laplaza Masnou



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto técnico de construcción de una nave metálica
para montaje de ascensores

Planos

Autor

Adrián Laplaza Masnou

Director

Víctor Tabuenca Cintora

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2020

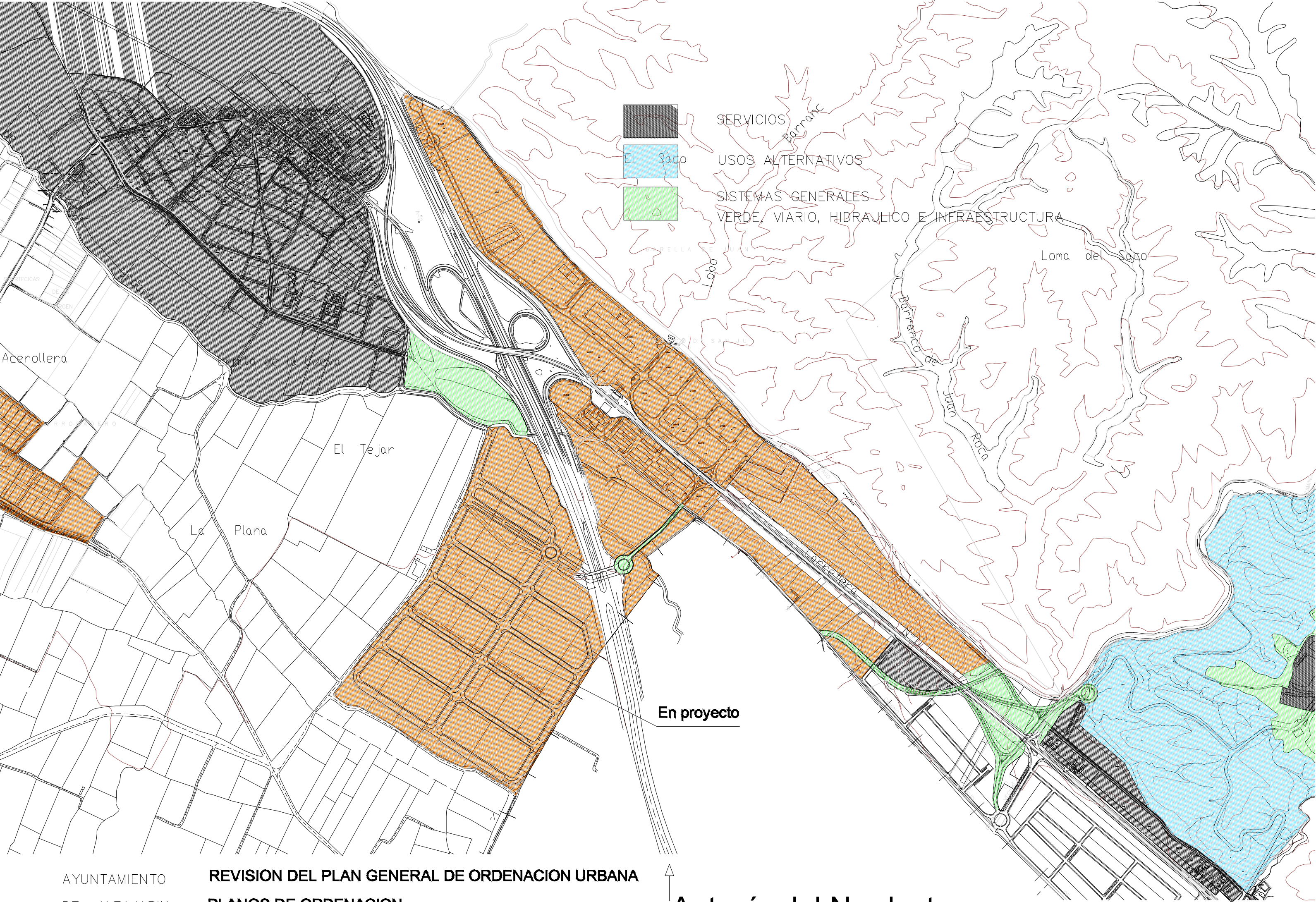


Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Índice

| | |
|----------------------------------|---------------|
| Situación..... | Plano nº 1 |
| Ubicación..... | Plano nº 2 |
| Cimentación..... | Plano nº 3 |
| Lateral de la nave..... | Plano nº 4 |
| Correas lateral..... | Plano nº 4.1 |
| Correas fachada..... | Plano nº 4.2 |
| Correas cubierta..... | Plano nº 4.3 |
| Cerramiento lateral..... | Plano nº 4.4 |
| Cerramiento fachada..... | Plano nº 4.5 |
| Cerramiento cubierta..... | Plano nº 4.6 |
| Estructura 3D..... | Plano nº 5 |
| Pórtico hastial de taller..... | Plano nº 6 |
| Pórtico de taller..... | Plano nº 7 |
| Pórtico de almacén..... | Plano nº 8 |
| Pórtico almacén-oficinas..... | Plano nº 9 |
| Pórtico oficinas intermedio..... | Plano nº 10 |
| Pórtico hastial de oficinas..... | Plano nº 11 |
| Forjado oficinas..... | Plano nº 12 |
| Distribución nave..... | Plano nº 13 |
| Detalle escalera..... | Plano nº 13.1 |
| Fontanería y saneamiento..... | Plano nº 14 |
| Aguas pluviales de cubierta..... | Plano nº 15 |
| Salidas de emergencia..... | Plano nº 16 |

Alfajarín




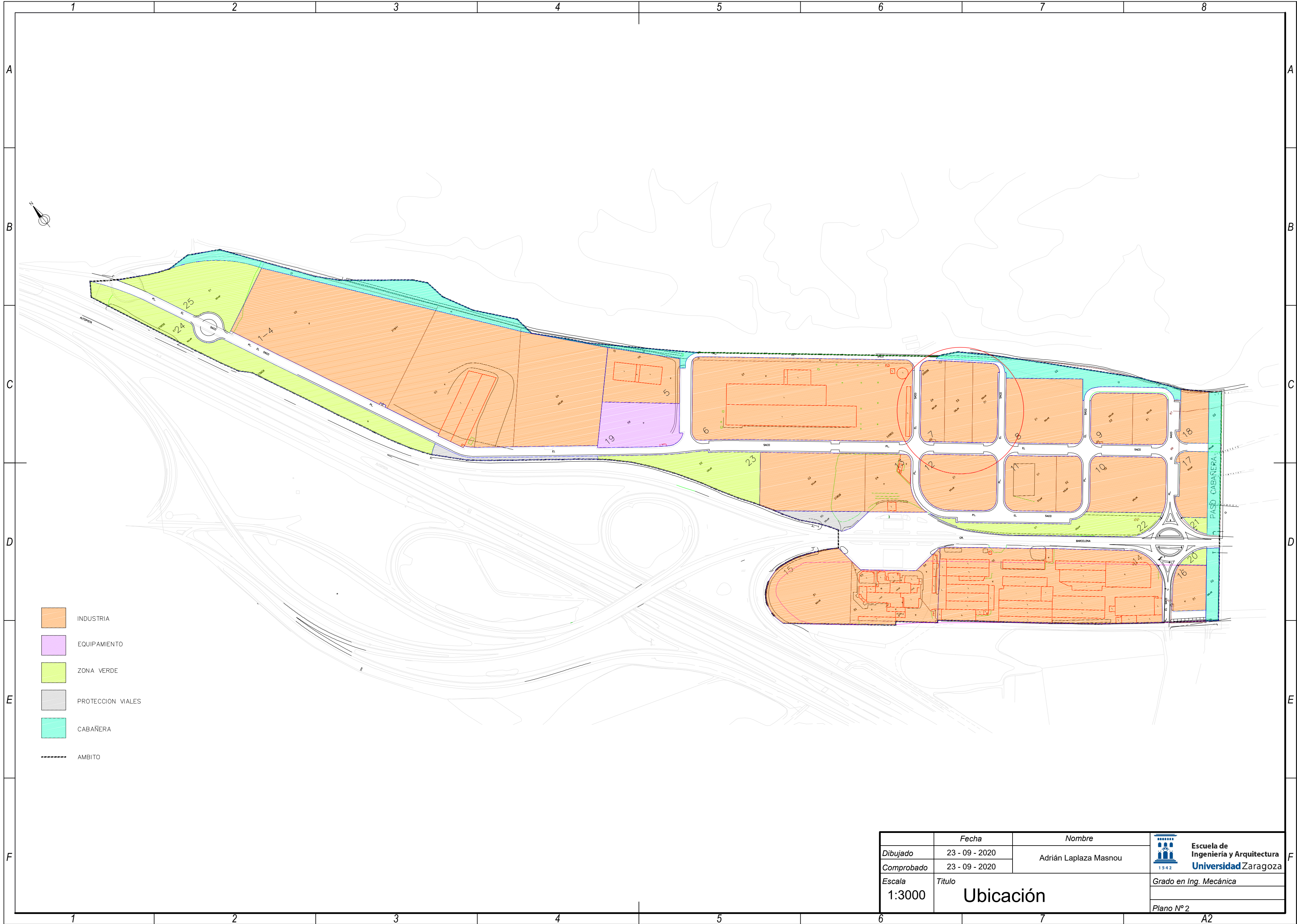
AYUNTAMIENTO
DE ALFAJARIN

REVISION DEL PLAN GENERAL DE ORDENACION URBANA
PLANOS DE ORDENACION


Autovía del Nordeste

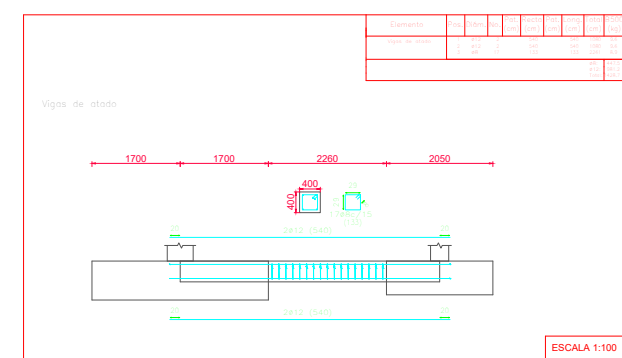
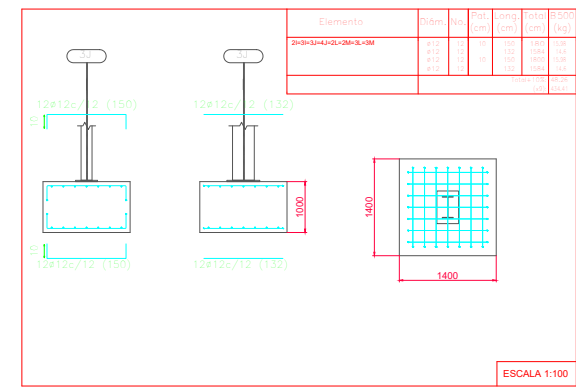
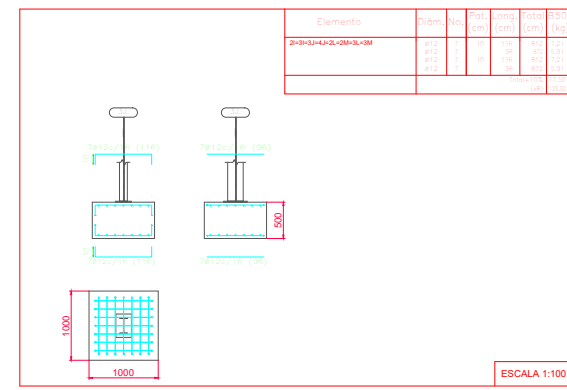
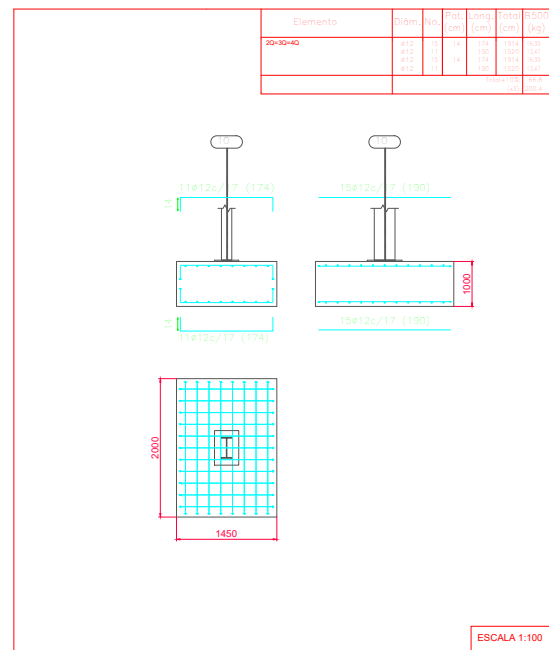
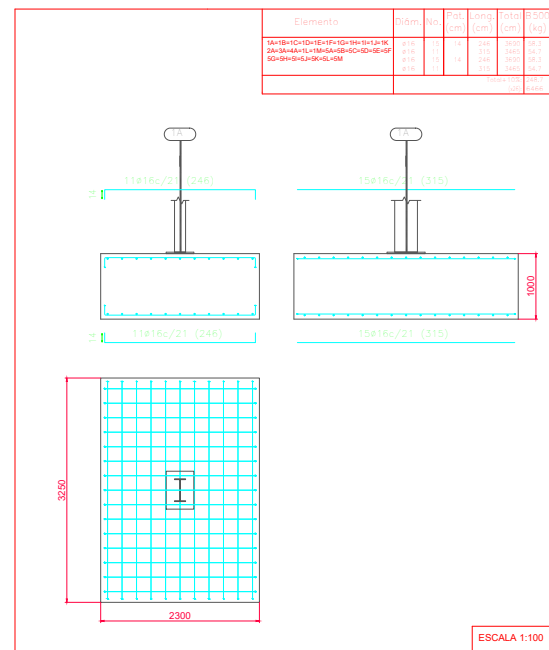
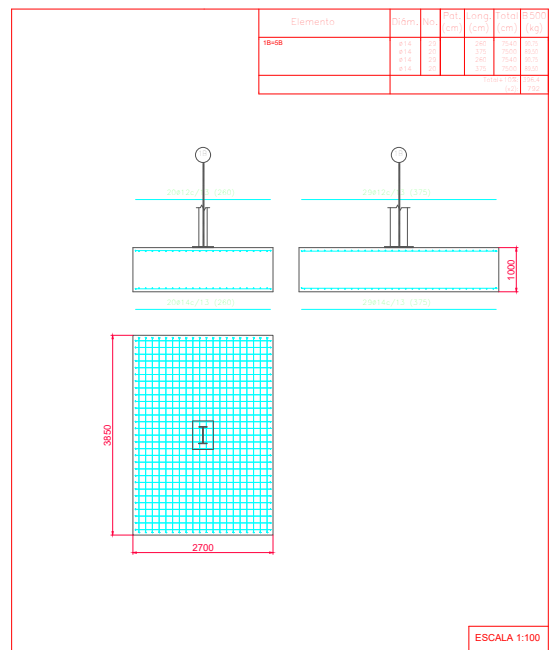
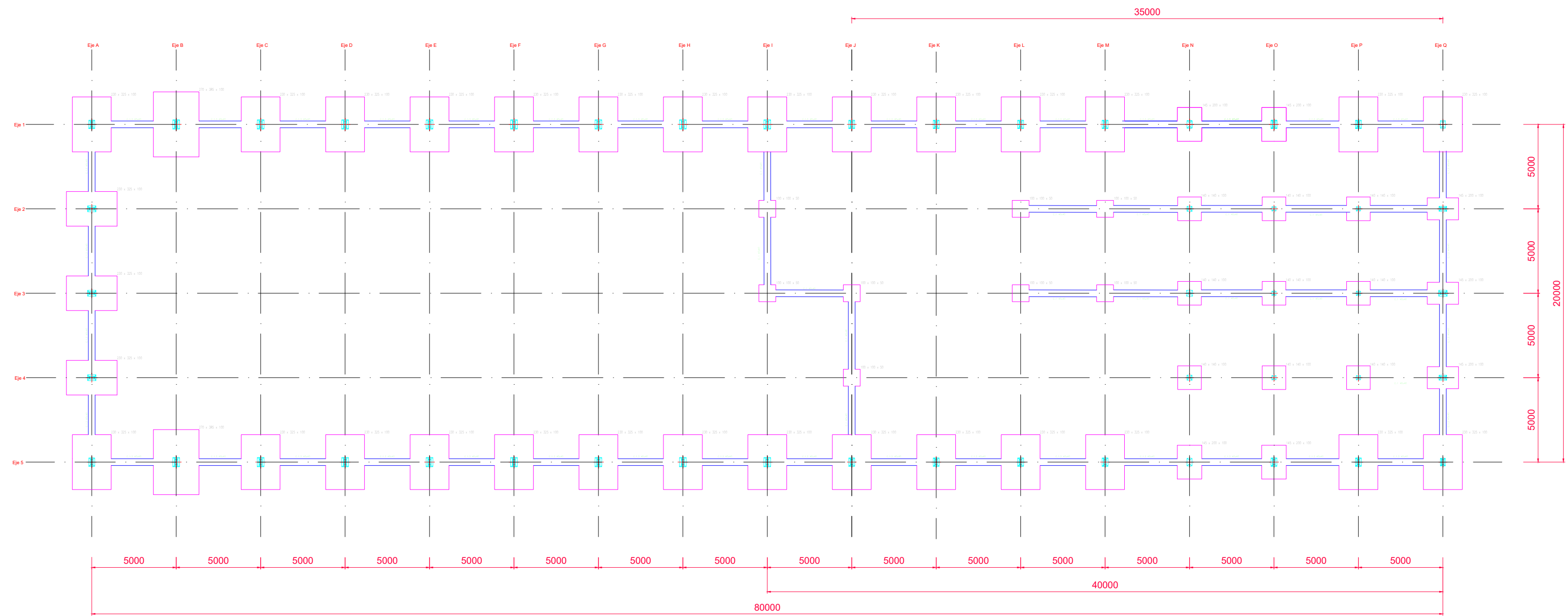
Carretera N-II


| | | | |
|------------|----------------|-----------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Titulo | | Grado en Ing. Mecánica |
| 1:6000 | Situación | | Plano Nº 1 |

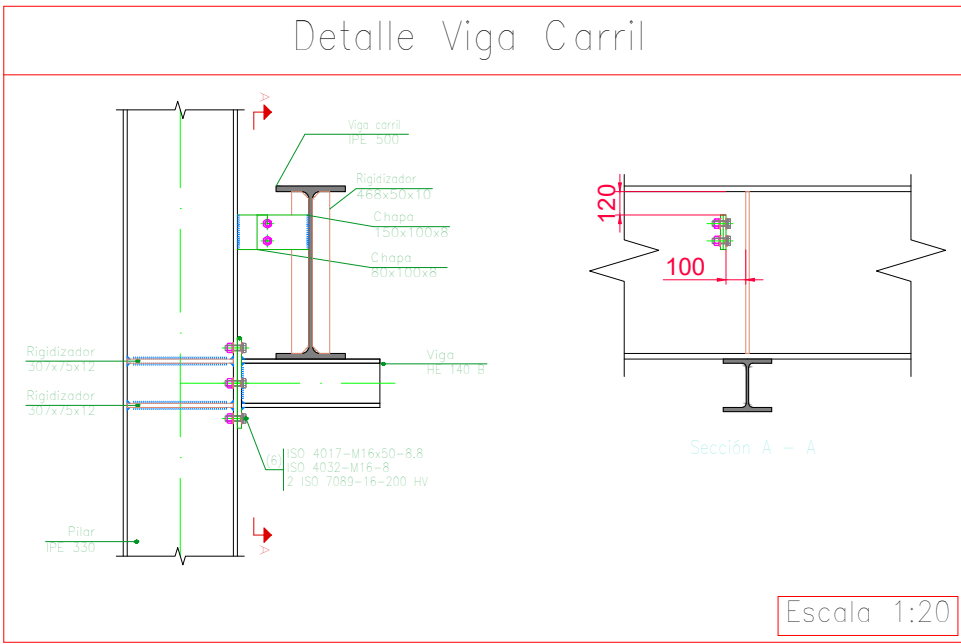
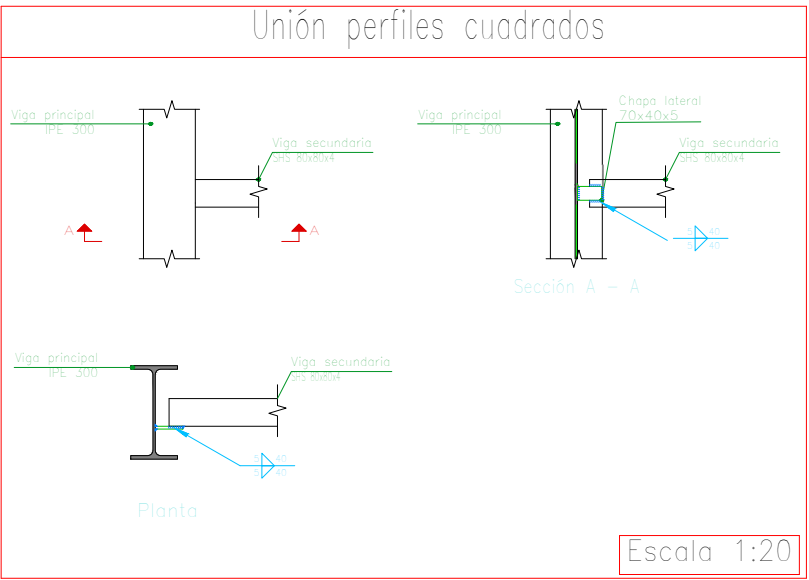
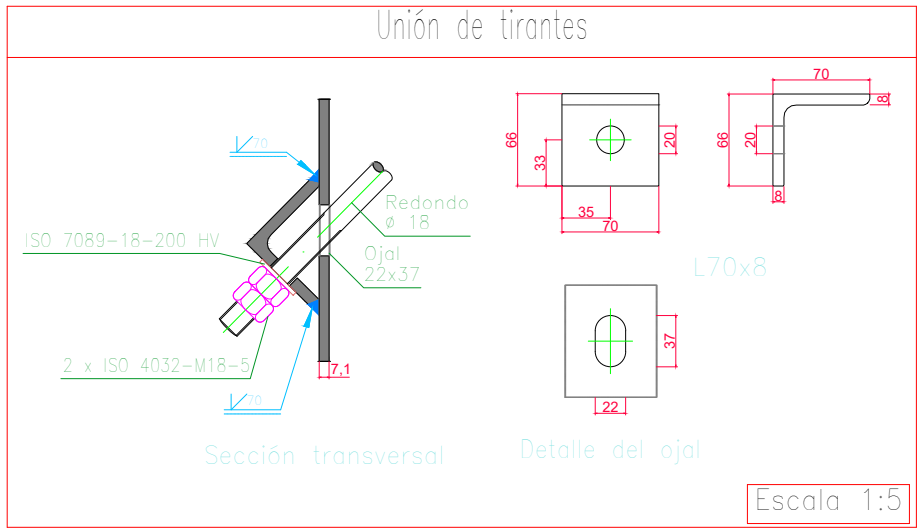
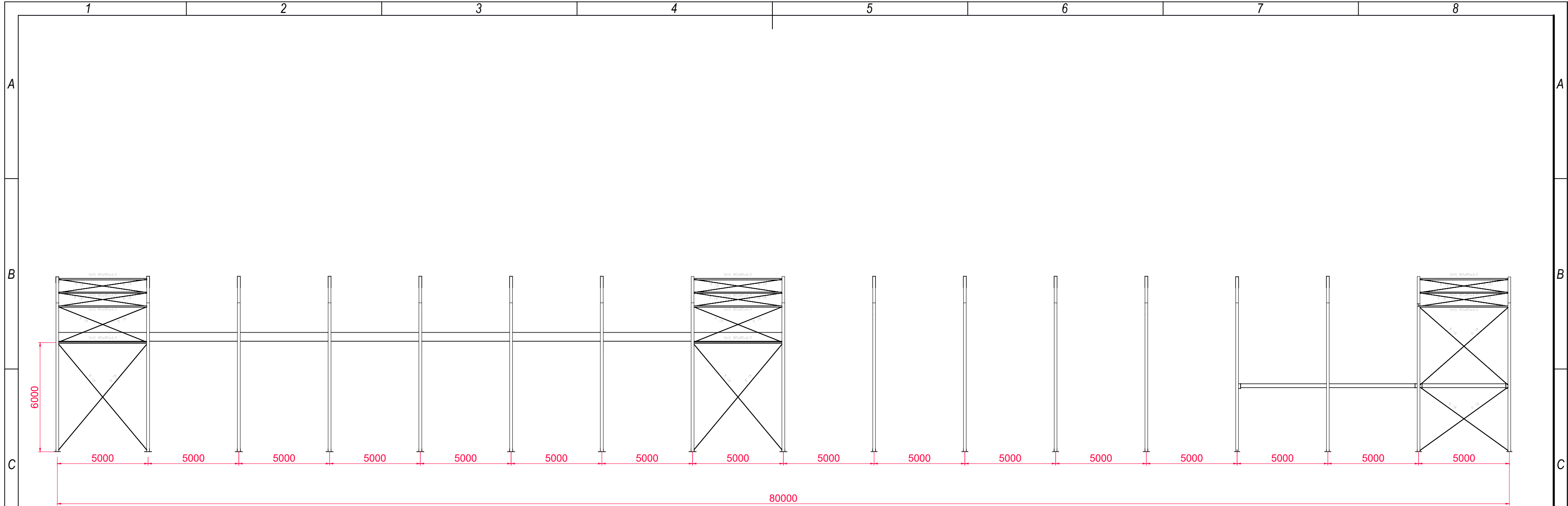



- INDUSTRIA
- EQUIPAMIENTO
- ZONA VERDE
- PROTECCION VIALES
- CABAÑERA
- AMBITO

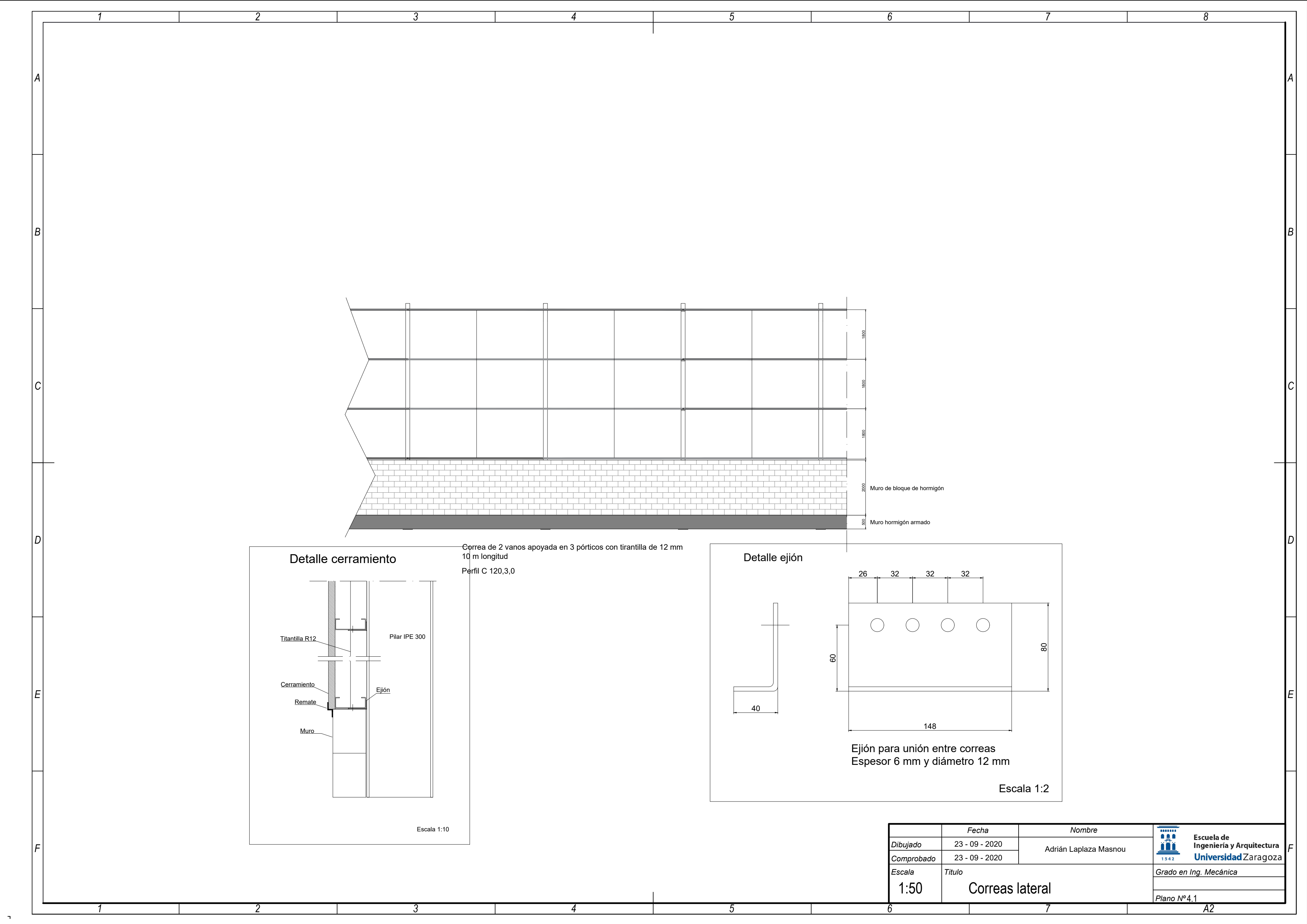
| | | | |
|------------------|----------------|-----------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  <div>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</div> |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala 1:3000 | Título | | Grado en Ing. Mecánica |
| Ubicación | | | Plano Nº 2 |

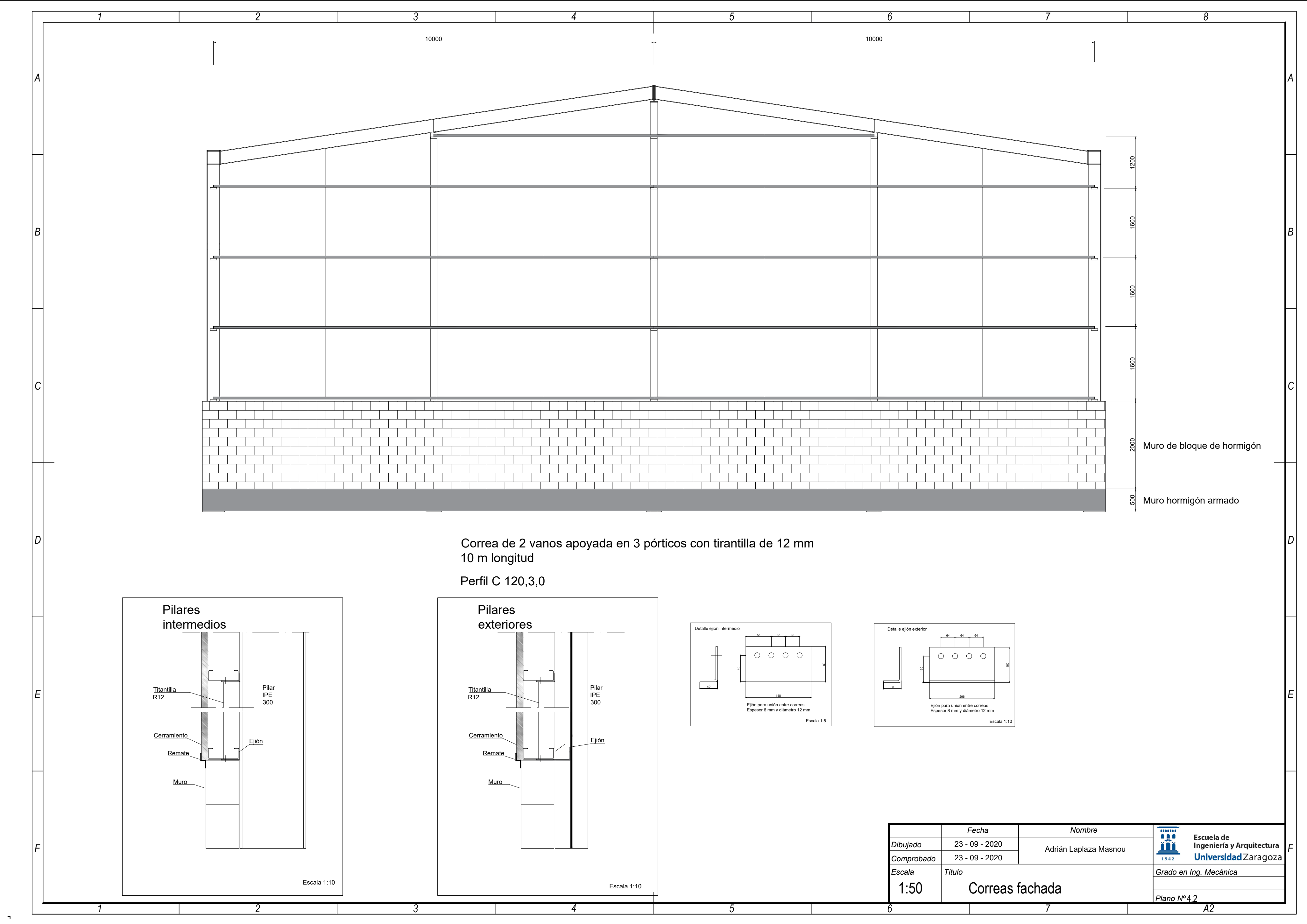


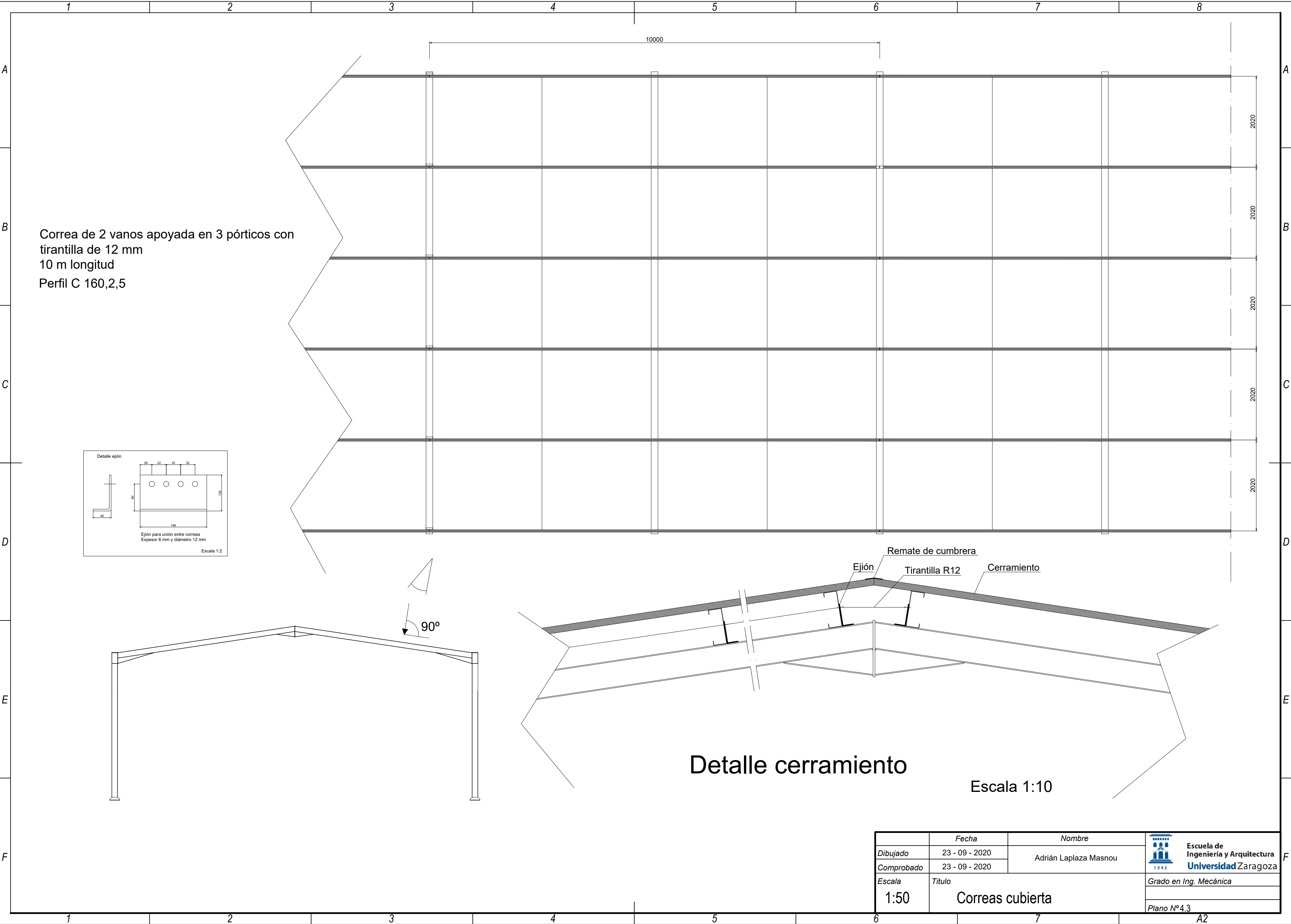
| | | | |
|------------|----------------|------------------------|---|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | Grado en Ing. Mecánica | |
| 1:200 | Cimentación | Plano N°5 | |



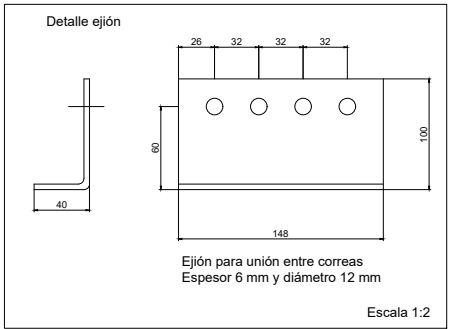
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
|------------|--------------------|-----------------------|--|
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | | Grado en Ing. Mecánica |
| 1:200 | Lateral de la nave | | |
| | | | Plano N° 4 |








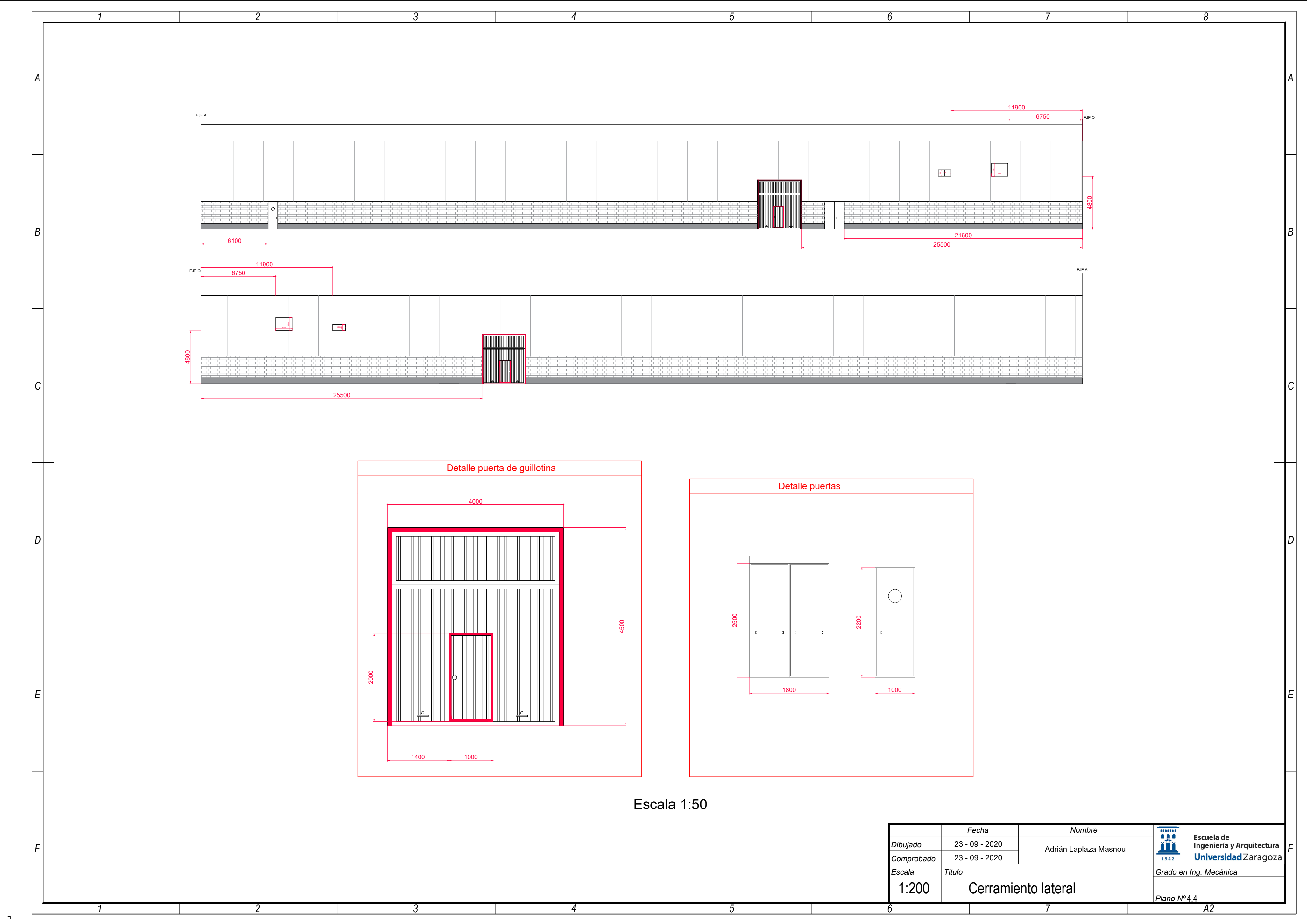
Correa de 2 vanos apoyada en 3 pórticos con
tirantilla de 12 mm
10 m longitud
Perfil C 160,2,5




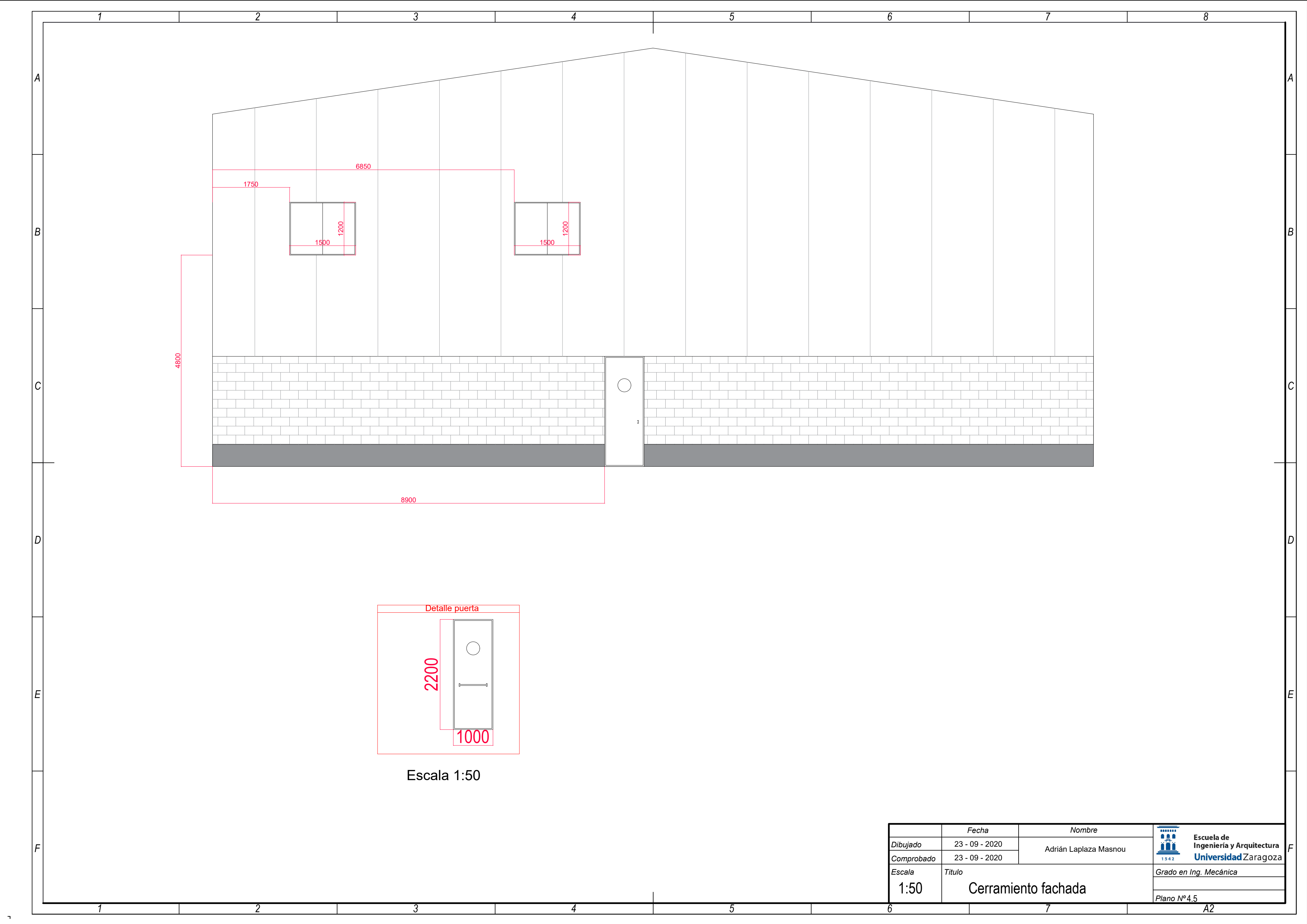
Detalle cerramiento

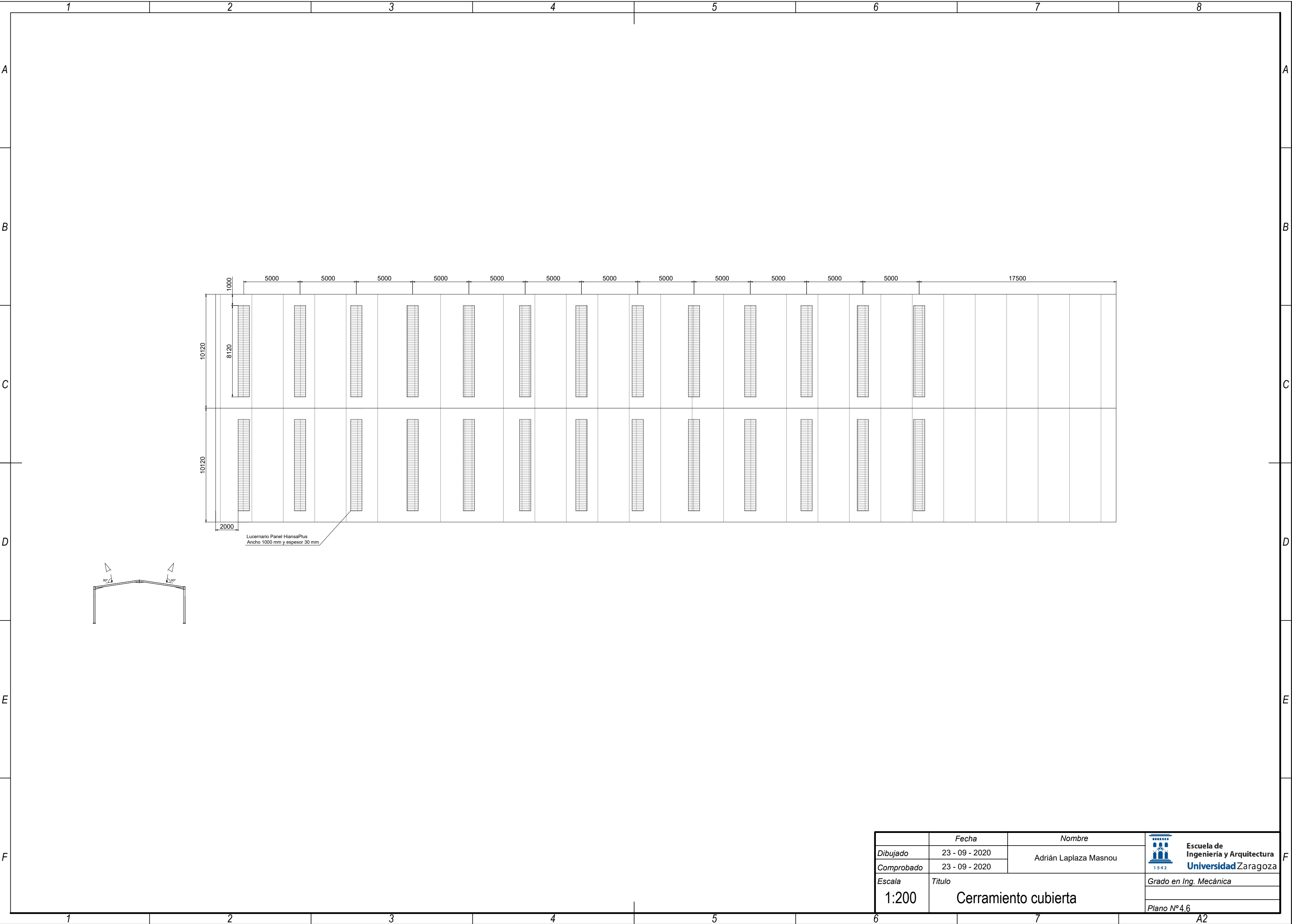
Escala 1:10


| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
|------------|----------------|-----------------------|--|
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | 1:50 | Título | Grado en Ing. Mecánica |
| | | | Plano N° 4.3 |

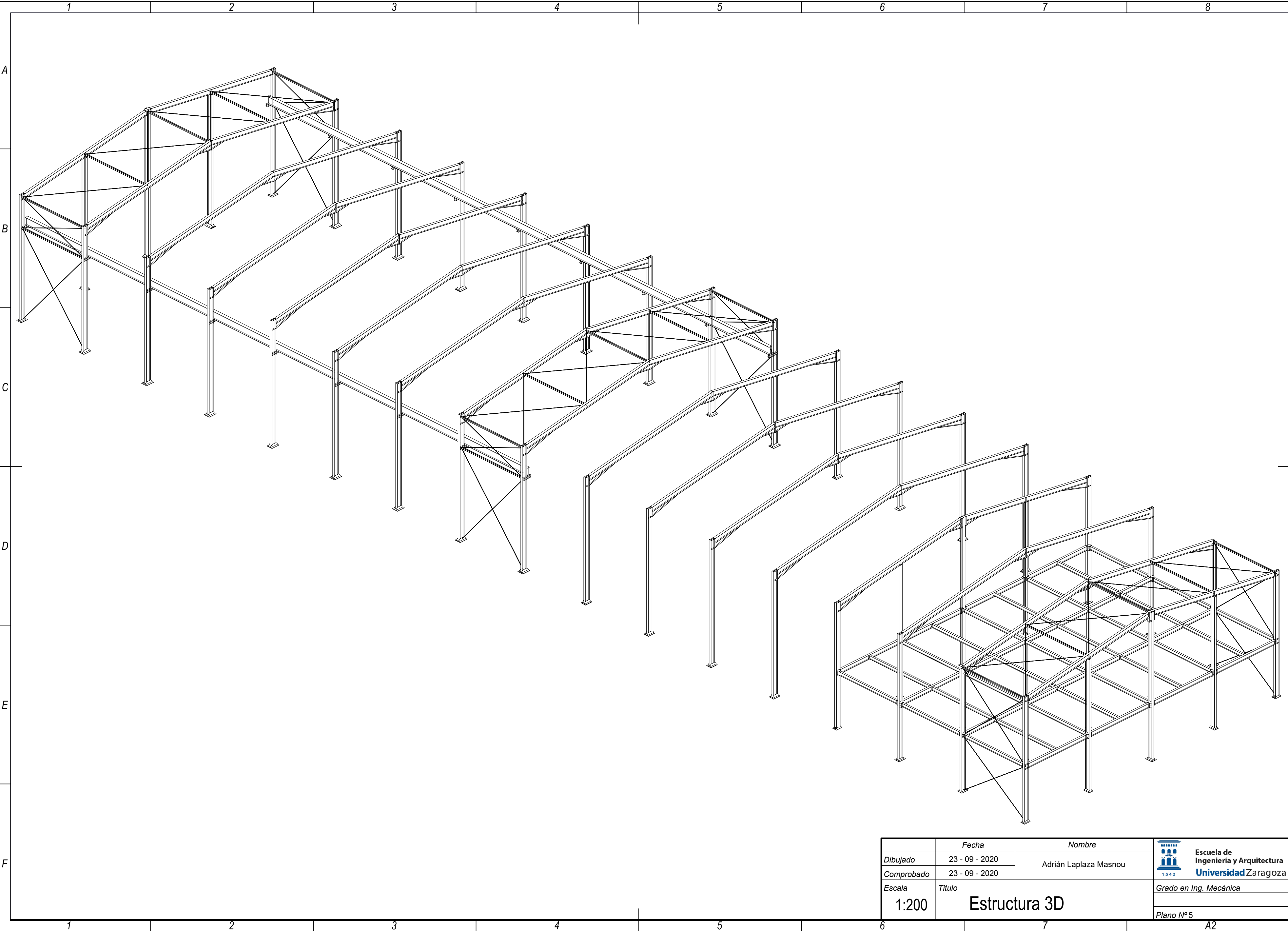



| | | | |
|------------|---------------------|------------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | Grado en Ing. Mecánica | |
| 1:200 | Cerramiento lateral | | |
| | | Plano N° 4.4 | |

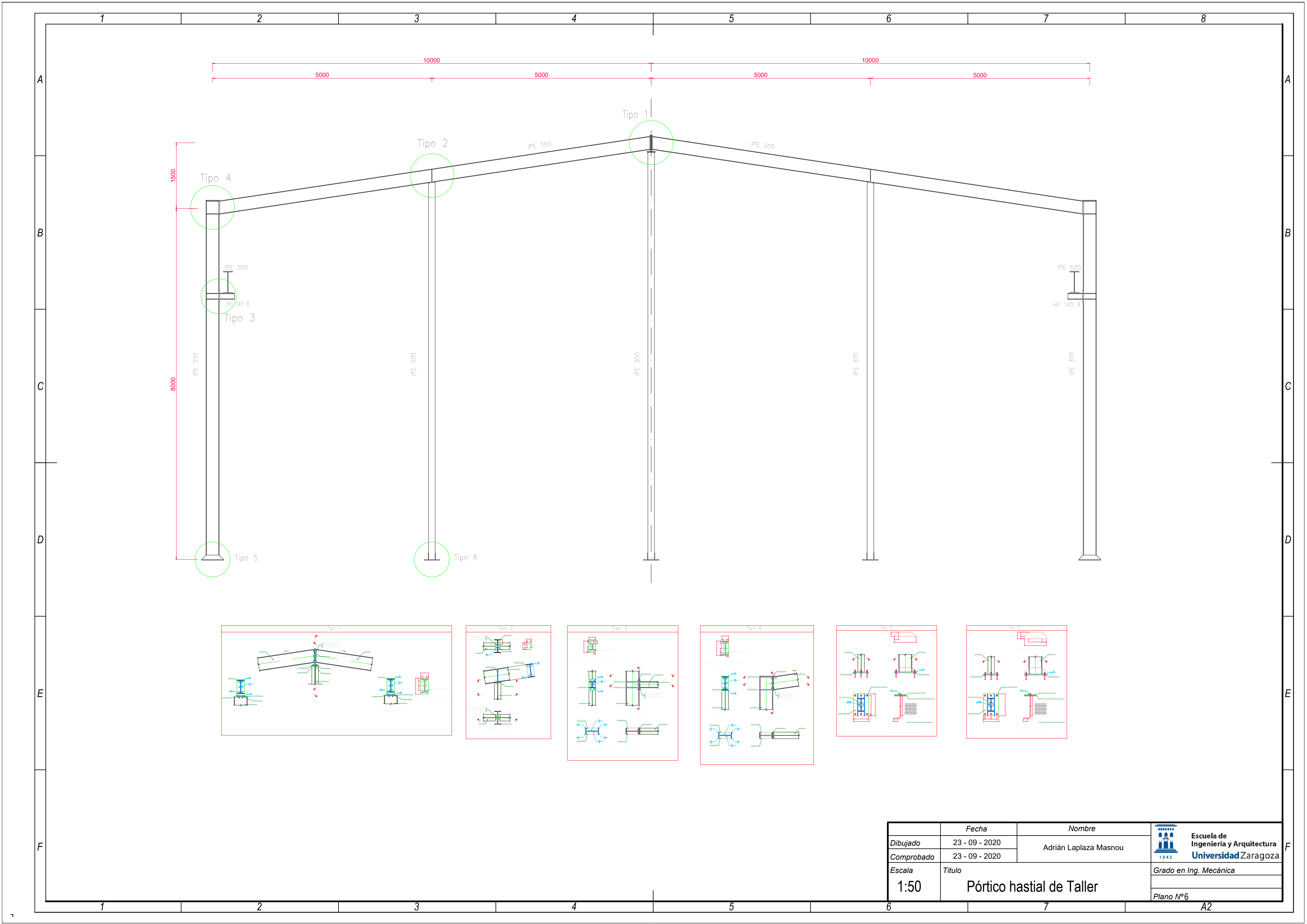




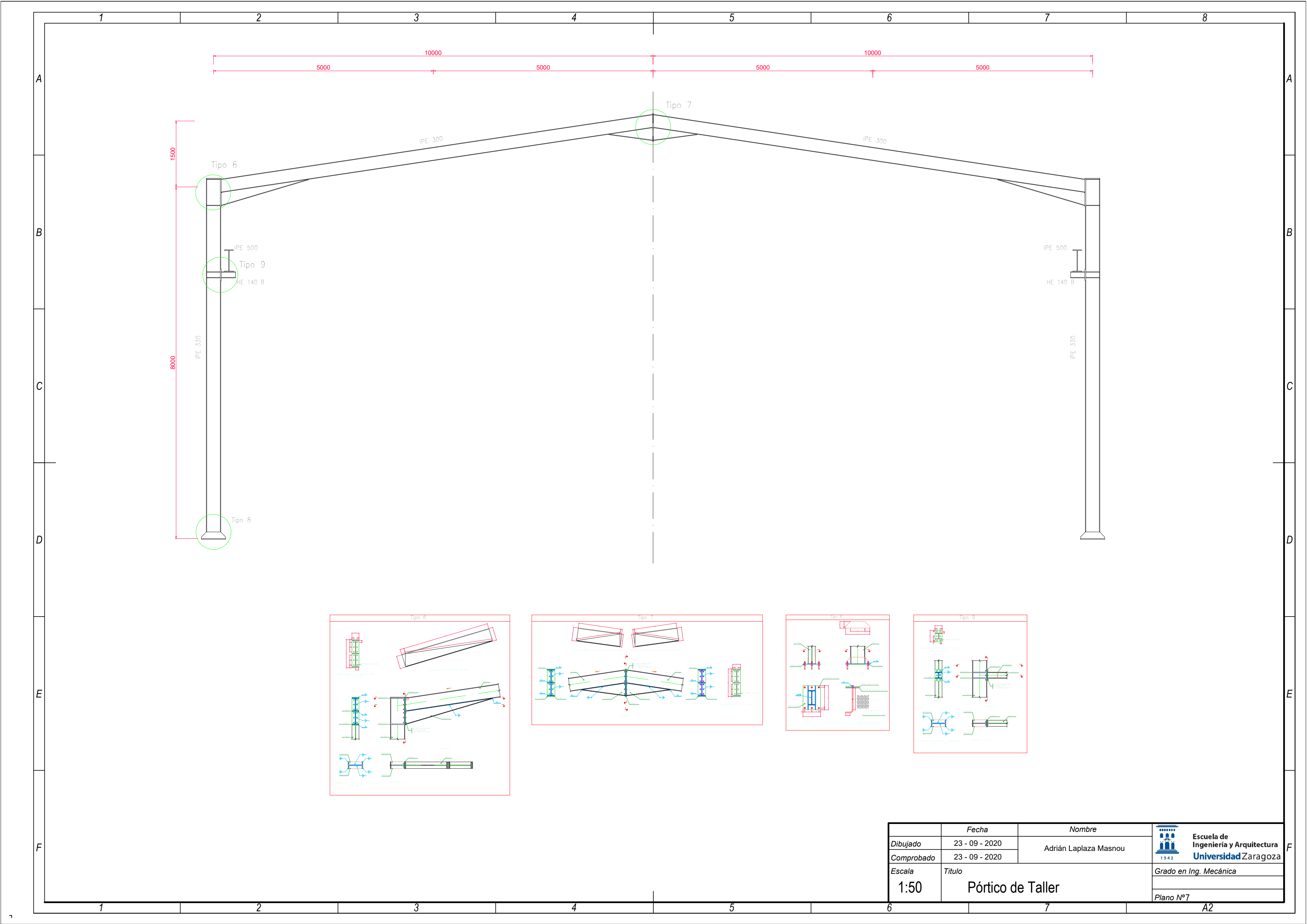
| | | | |
|------------|----------------------|-----------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | Grado en Ing. Mecánica |
| Escala | Título | | Plano N° 4.6 |
| 1:200 | Cerramiento cubierta | | |




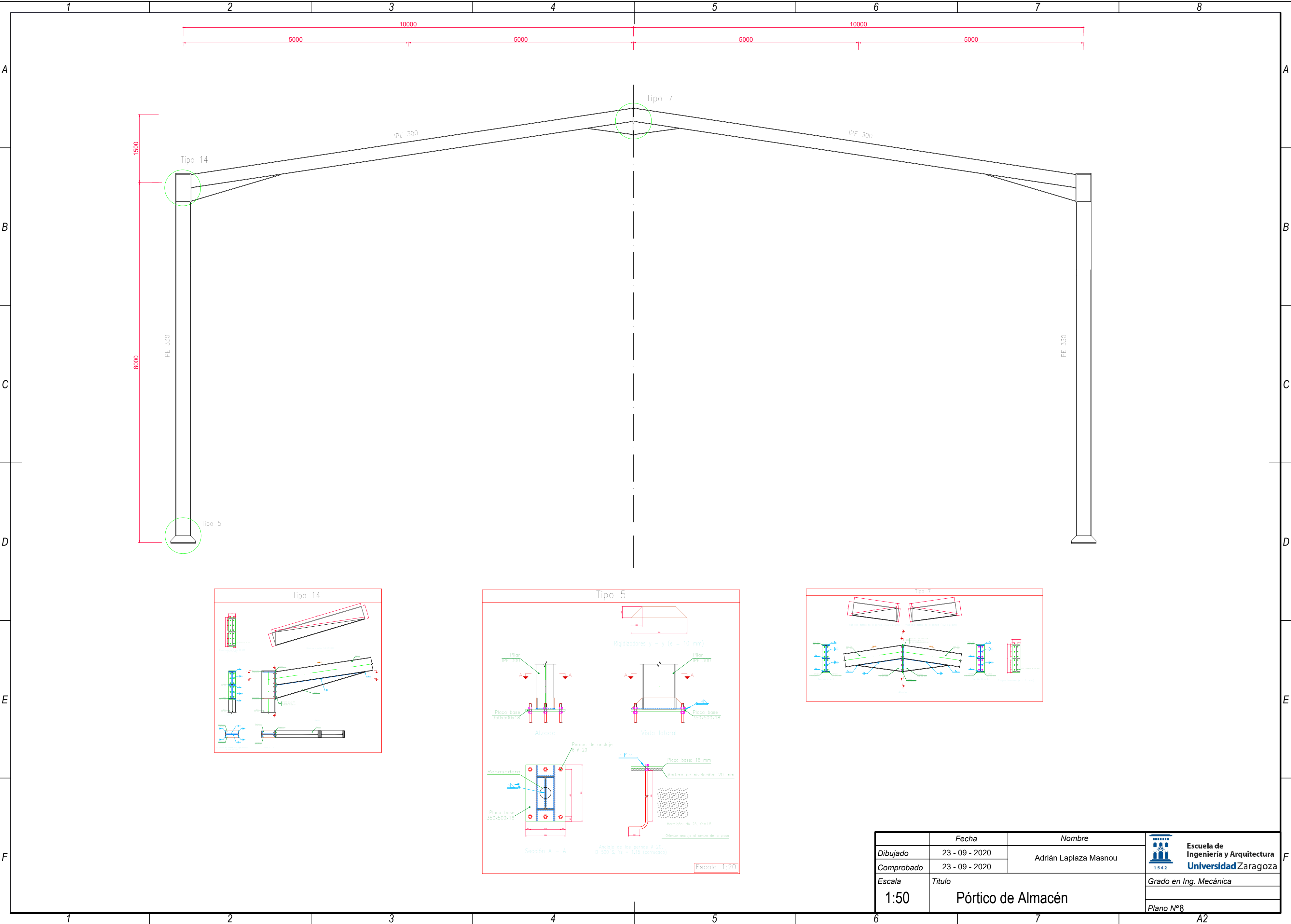
| | | | |
|------------|----------------|-----------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  <div>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</div> |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | | Grado en Ing. Mecánica |
| 1:200 | Estructura 3D | | |
| | | | Plano N° 5 |




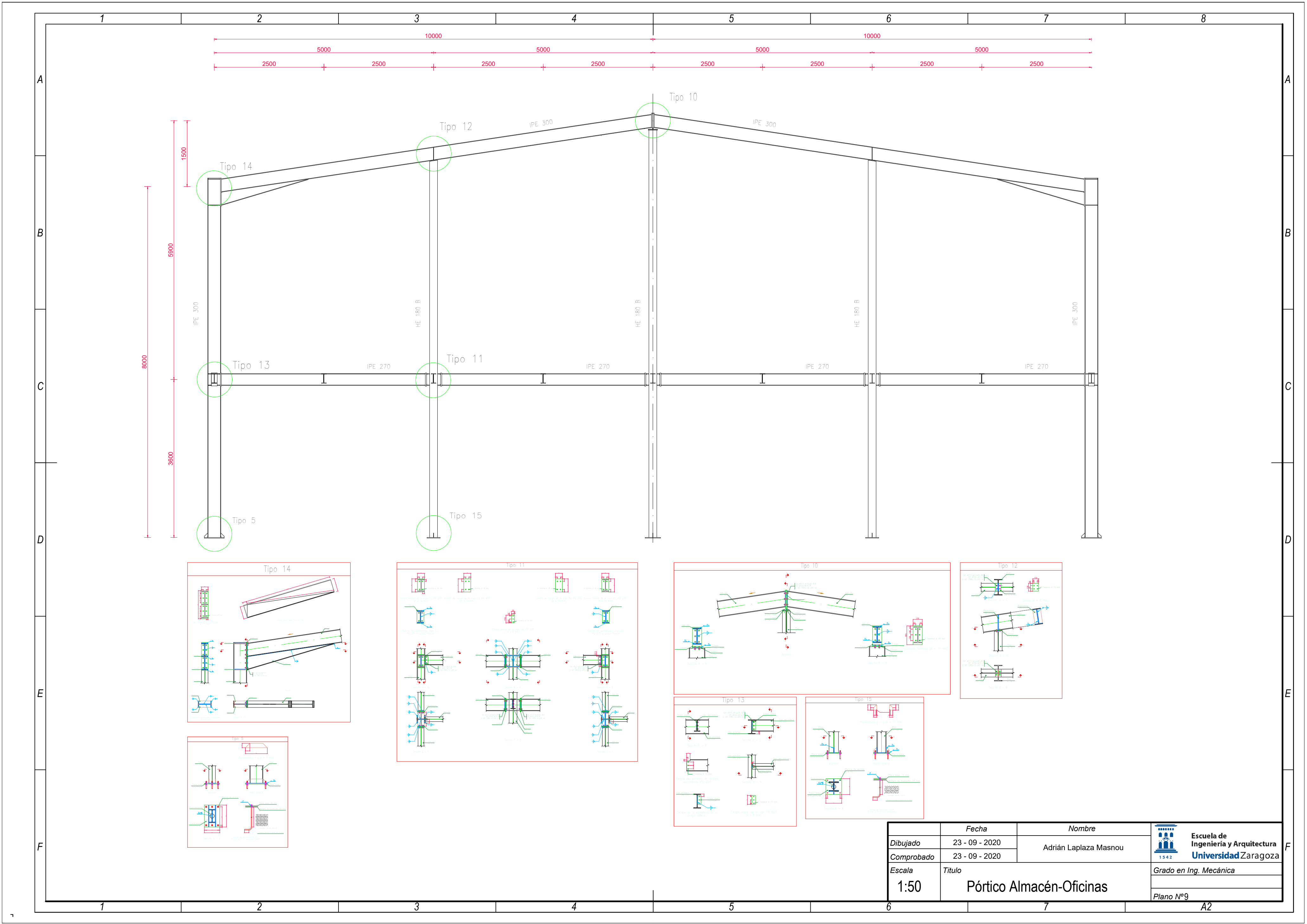
| | | | |
|------------|---------------------------|-----------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Titulo | | Grado en Ing. Mecánica |
| 1:50 | Pórtico hastial de Taller | | Plano N°6 |




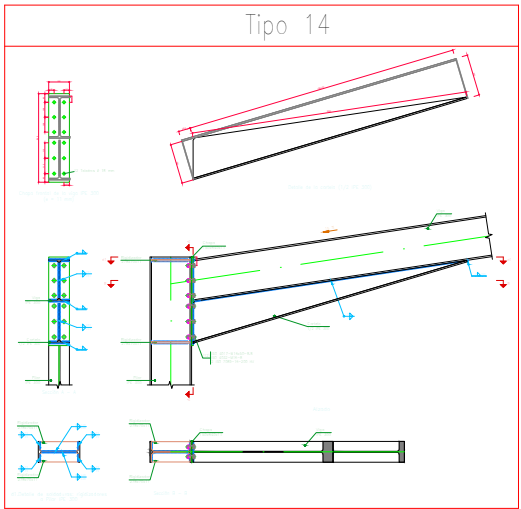
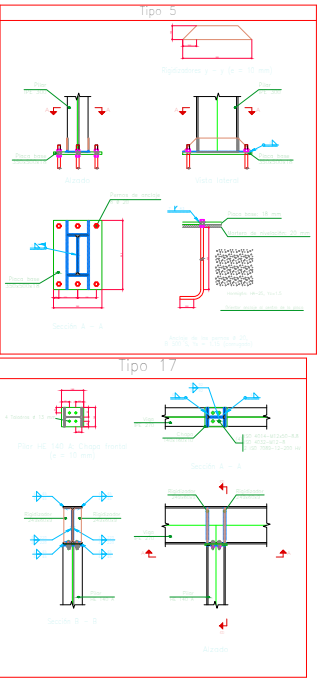
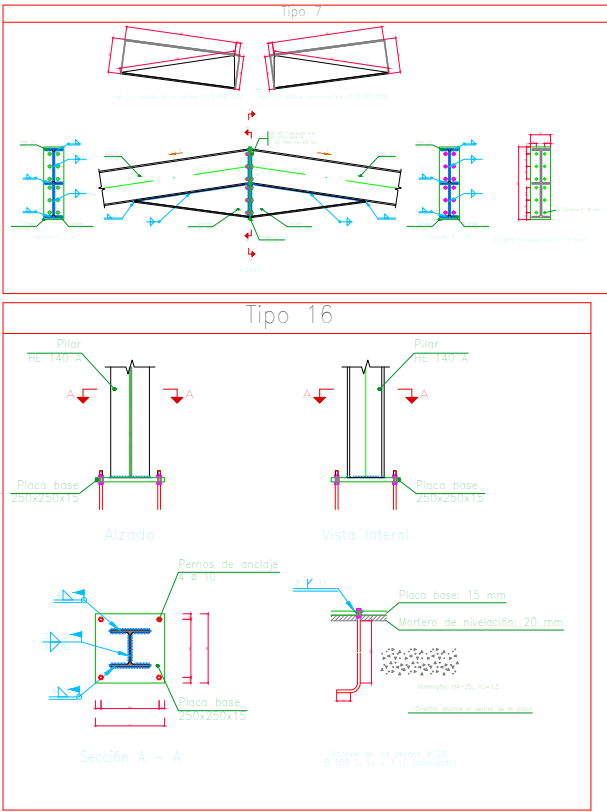
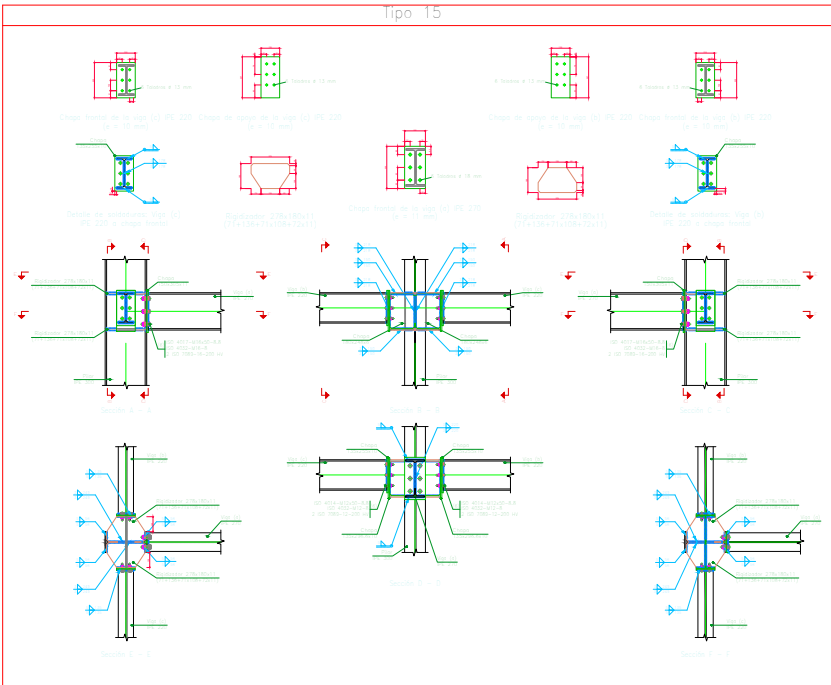
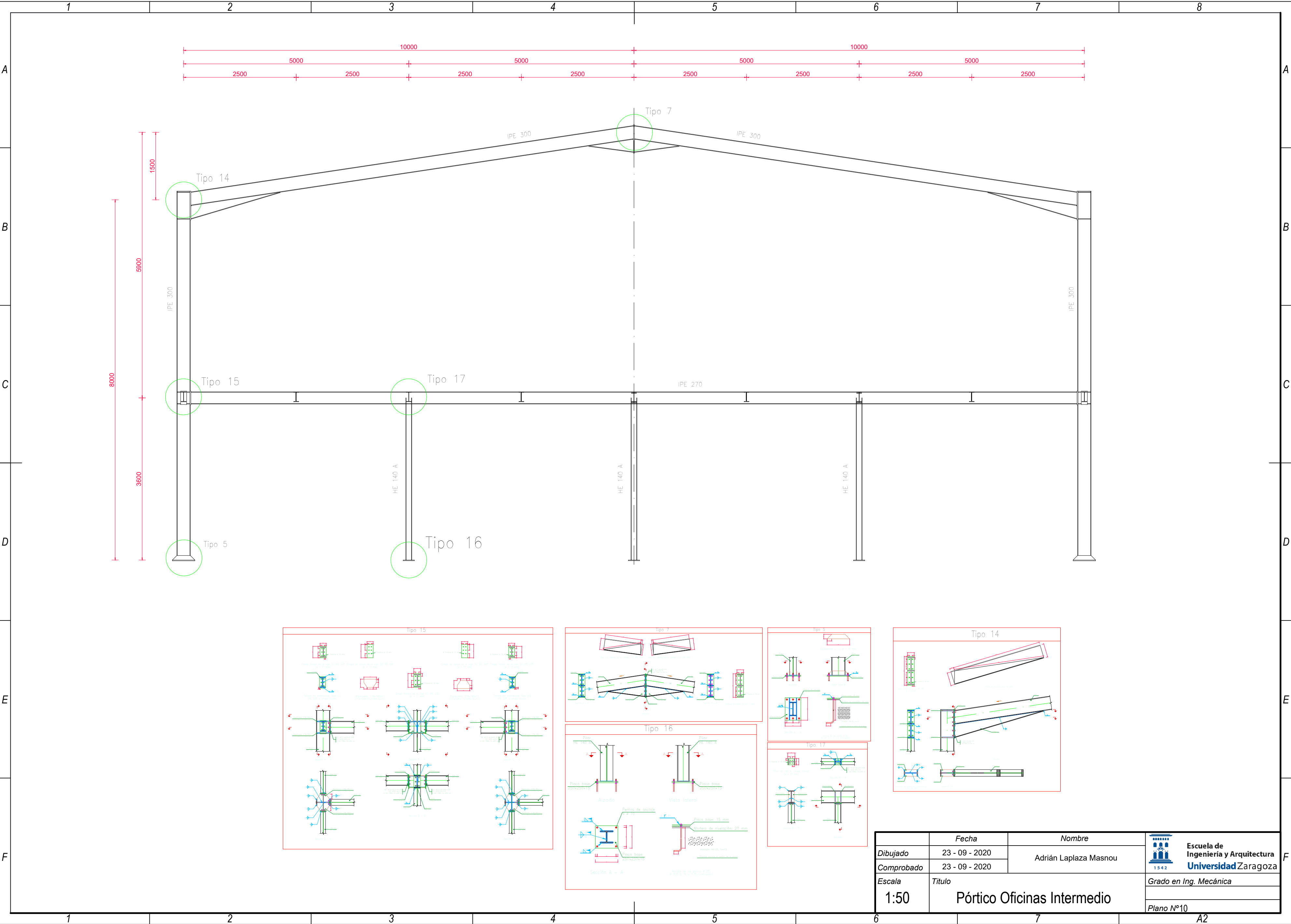
| | | | |
|------------|-------------------|-----------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  <div>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</div> |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Titulo | | Grado en Ing. Mecánica |
| 1:50 | Pórtico de Taller | | |
| | | | Plano Nº7 |




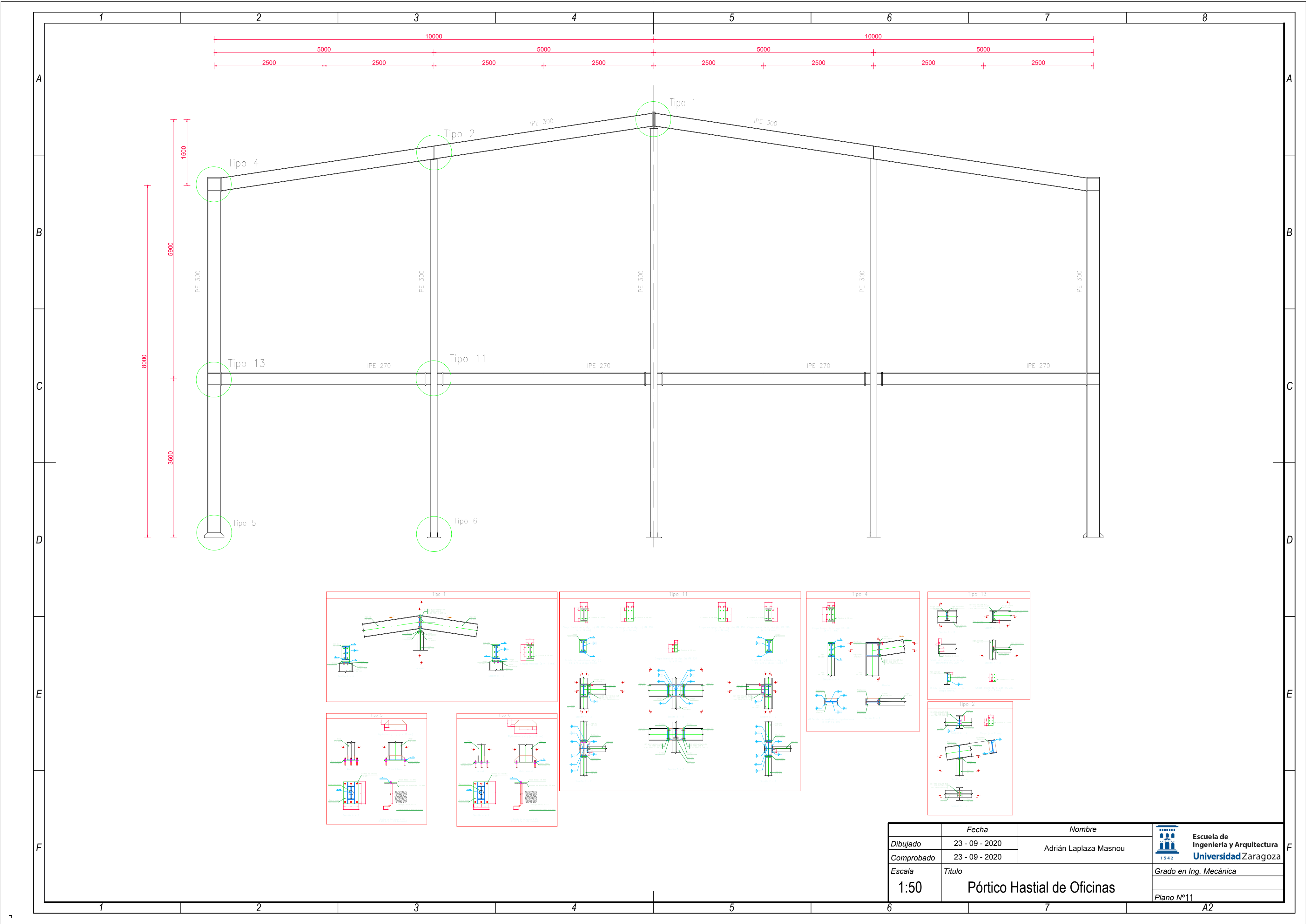
| | | | |
|------------|--------------------|-----------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | | Grado en Ing. Mecánica |
| 1:50 | Pórtico de Almacén | | Plano N°8 |




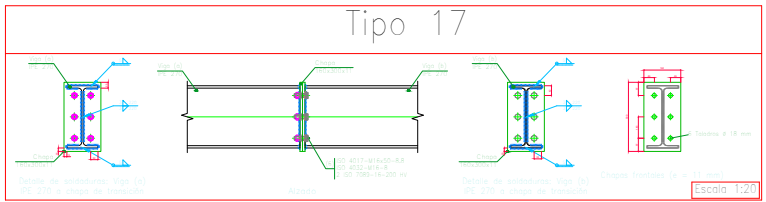
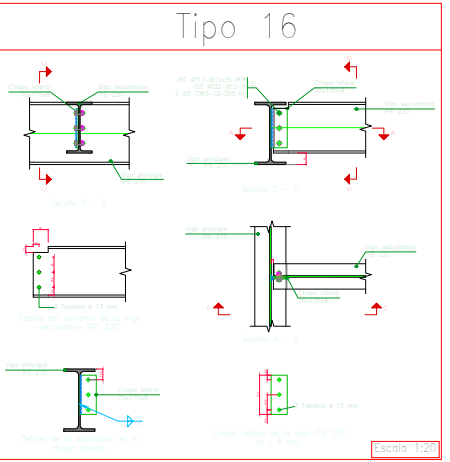
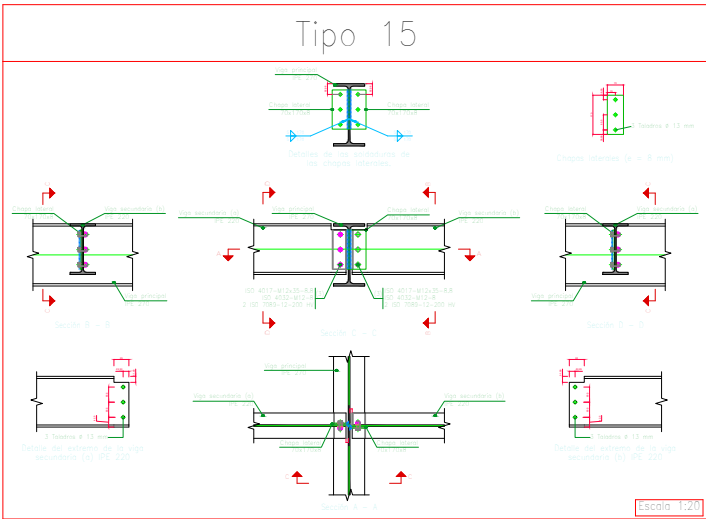
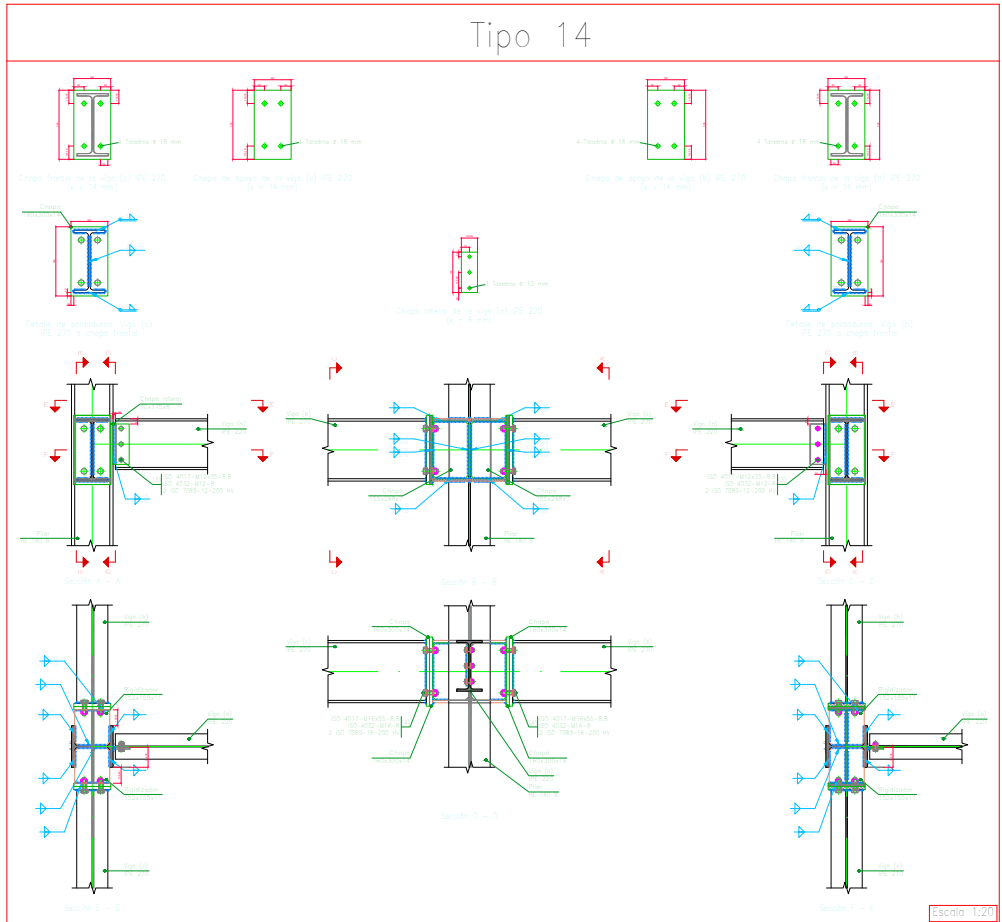
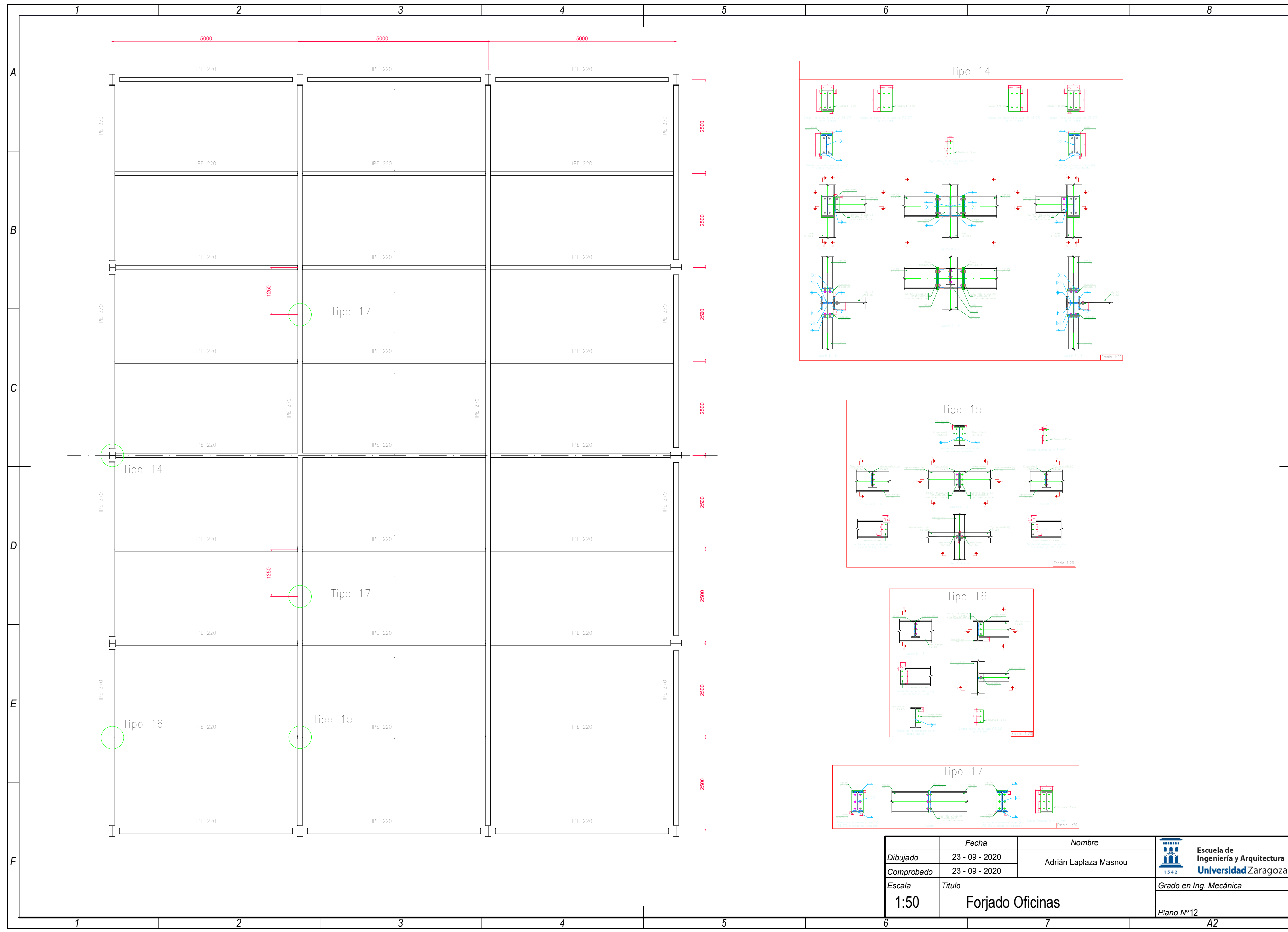
| | | | |
|------------|--------------------------|-----------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | | Grado en Ing. Mecánica |
| 1:50 | Pórtico Almacén-Oficinas | | Plano N°9 |
| | | | A2 |




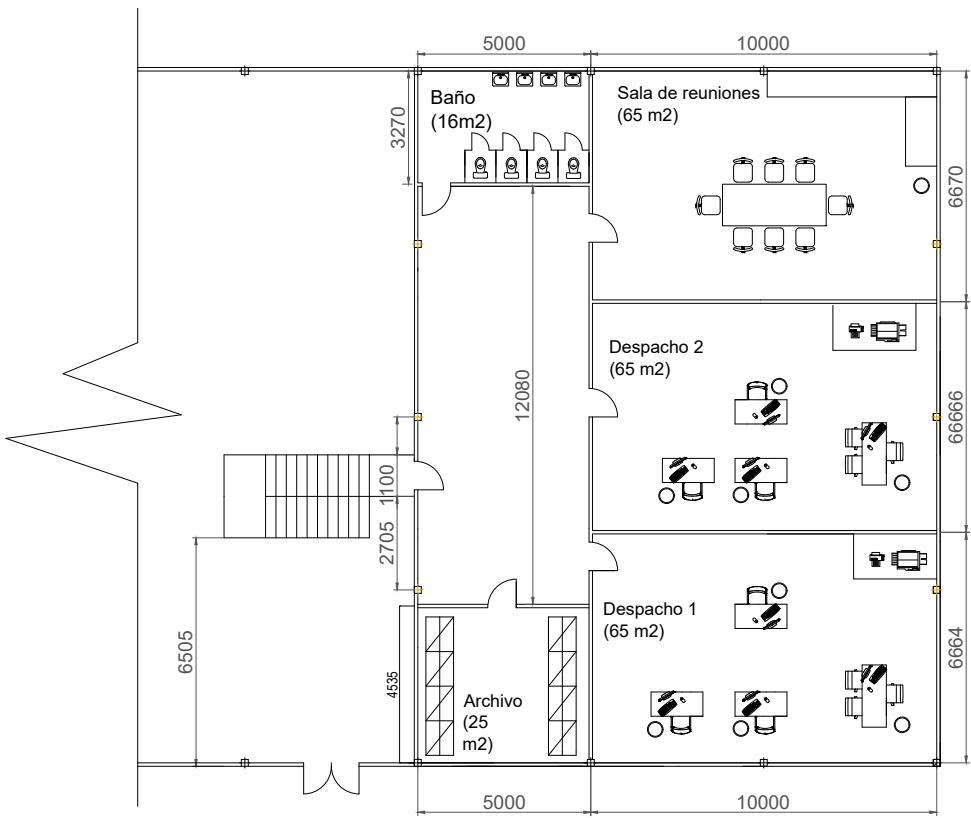
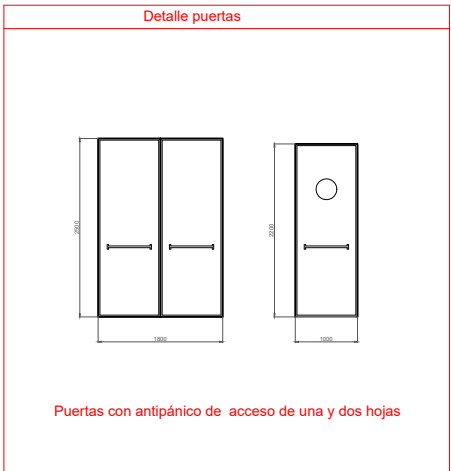
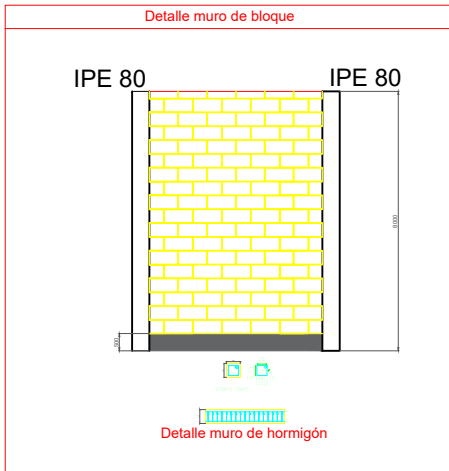
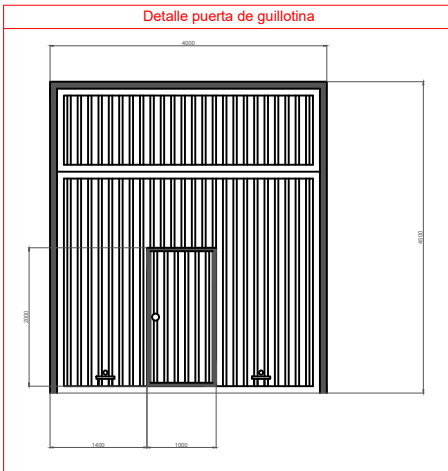
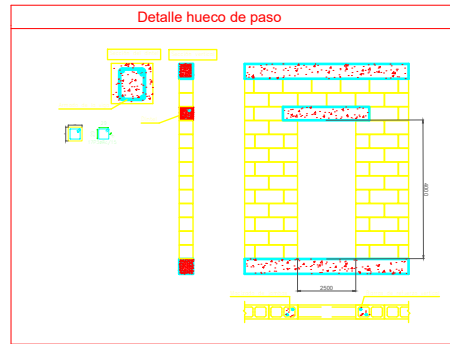
| | | | |
|------------|-----------------------------|------------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | Grado en Ing. Mecánica | |
| 1:50 | Pórtico Oficinas Intermedio | Plano N°10 | |




| | | | |
|------------|-----------------------------|-----------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Titulo | | Grado en Ing. Mecánica |
| 1:50 | Pórtico Hastial de Oficinas | | Plano Nº11 |

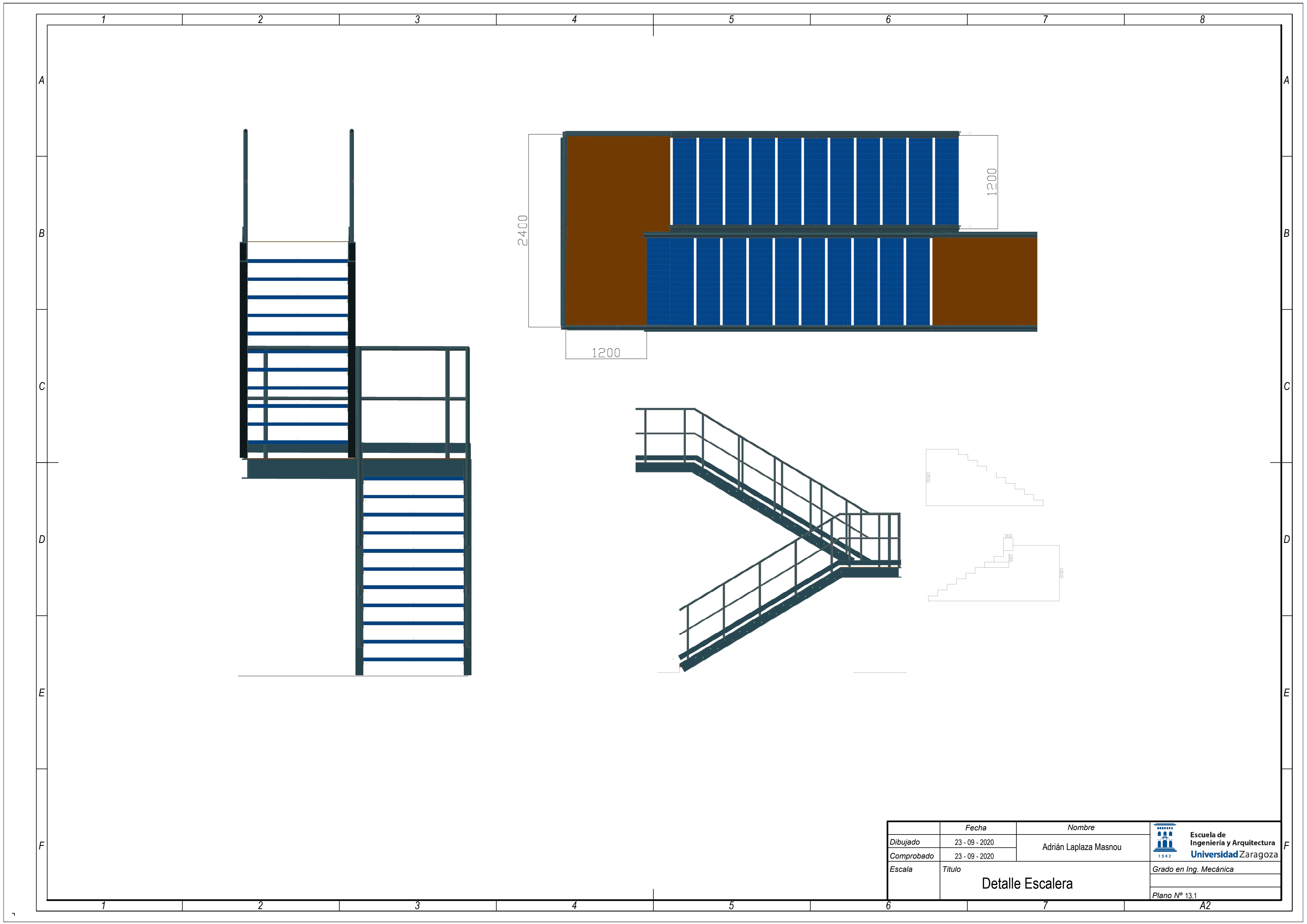



| | | | |
|------------|------------------|------------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | Grado en Ing. Mecánica | |
| 1:50 | Forjado Oficinas | | |
| | | Plano N°12 | |

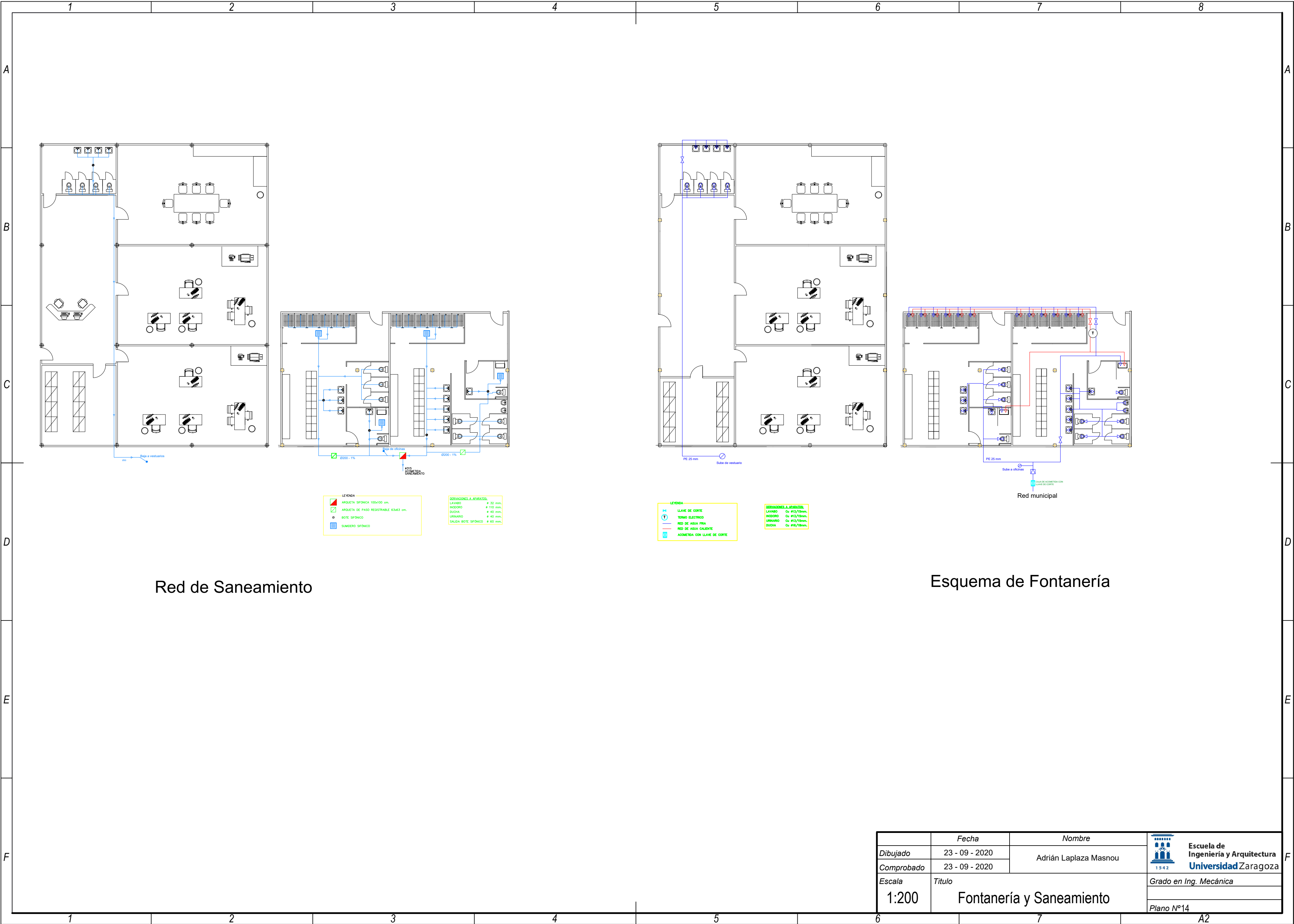


Oficinas a 3,6 metros de altura (300m²)

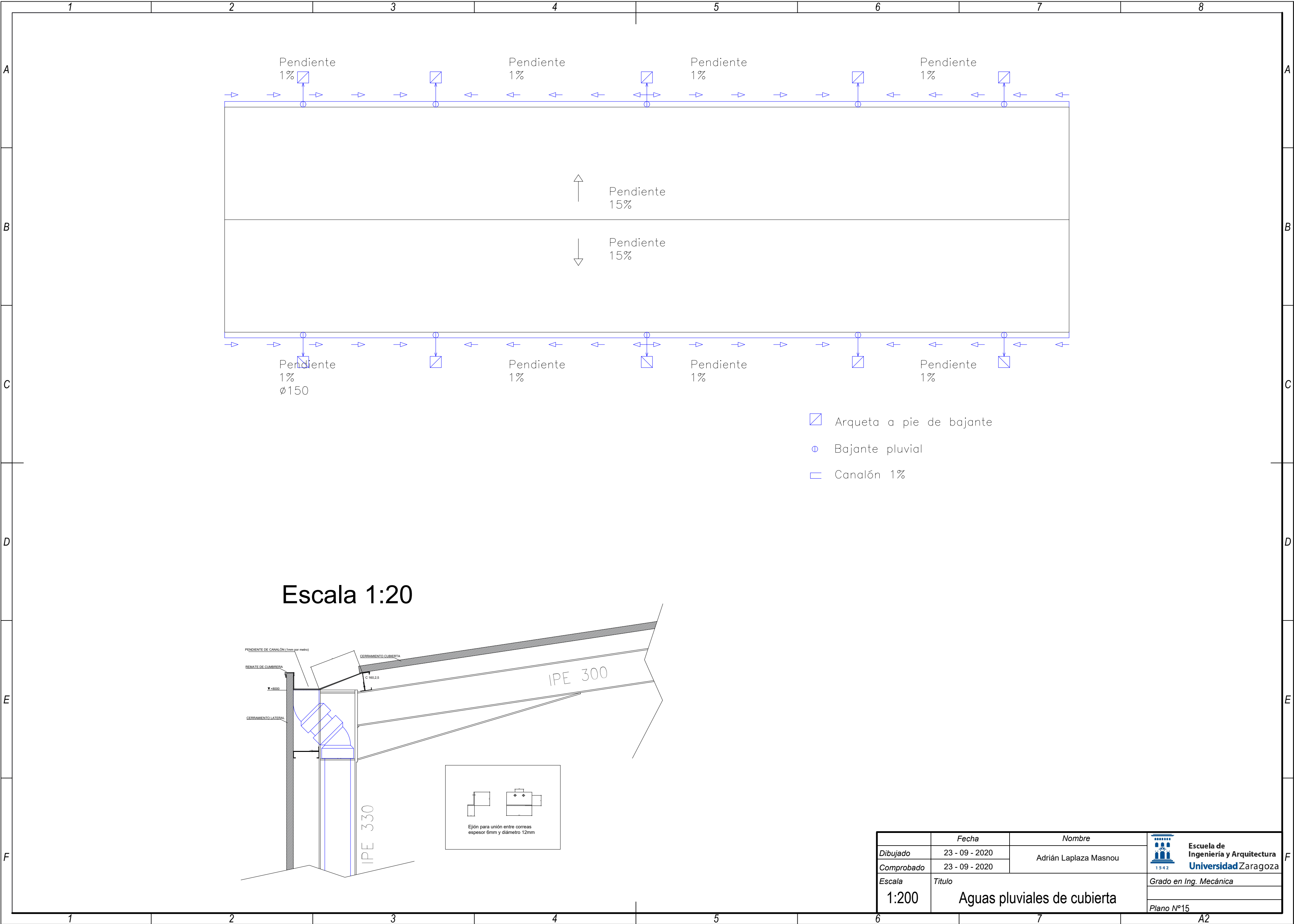
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
|------------|-------------------|------------------------|---|
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | Grado en Ing. Mecánica | |
| 1:200 | Distribución nave | Plano N°13 | |




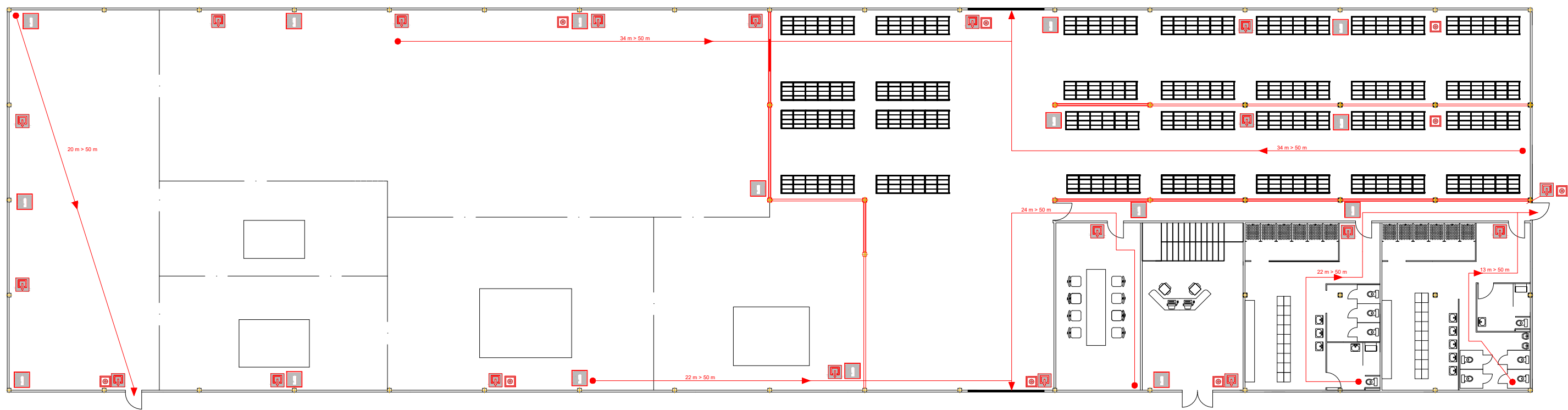
| | | | |
|------------|----------------|------------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | Grado en Ing. Mecánica | |
| | | Detalle Escalera | |
| | | Plano N° 13.1 | |



| | | | |
|------------|--------------------------|------------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | Grado en Ing. Mecánica | |
| 1:200 | Fontanería y Saneamiento | Plano N°14 | |



| | | | |
|------------|-----------------------------|------------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | Grado en Ing. Mecánica | |
| 1:200 | Aguas pluviales de cubierta | Plano N°15 | |

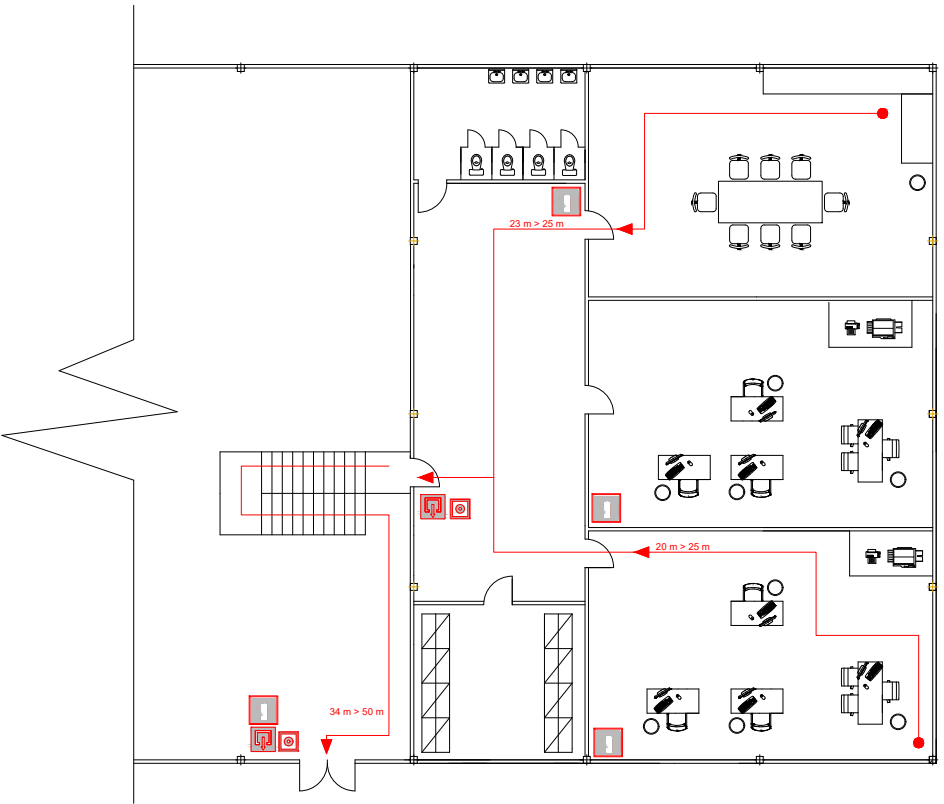


LEYENDA SEÑALIZACIÓN DB-SI


Señalización Extintor (<15m entre extintores)

Señalización pulsador de alarma (<25m entre pulsadores)

Señalización salida



Detalle oficinas

| | | | |
|------------|-----------------------|------------------------|--|
| | Fecha | Nombre |  <div>Escuela de Ingeniería y Arquitectura Universidad Zaragoza</div> |
| Dibujado | 23 - 09 - 2020 | Adrián Laplaza Masnou | |
| Comprobado | 23 - 09 - 2020 | | |
| Escala | Título | Grado en Ing. Mecánica | |
| 1:200 | Salidas de emergencia | Plano N°16 | |



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto técnico de construcción de una nave metálica para
montaje de ascensores

Pliego de condiciones

Autor

Adrián Laplaza Masnou

Director

Víctor Tabuenca Cintora

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2020



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Índice

| | | |
|----------|--|----|
| 1. | Disposiciones generales | 1 |
| 1.1. | Objeto del pliego general. | 1 |
| 1.2. | Documentación del contrato de obra. | 1 |
| 2. | Condiciones facultativas | 1 |
| 2.1. | Delimitación de funciones de los agentes intervinientes | 1 |
| 2.2. | El promotor | 2 |
| 2.3. | El proyectista | 2 |
| 2.4. | El constructor | 3 |
| 2.5. | El director de obra | 3 |
| 2.6. | El director de la ejecución de la obra | 4 |
| 2.7. | El coordinador de seguridad y salud | 4 |
| 2.8. | Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación | 5 |
| 2.9. | Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista | 5 |
| 2.9.1. | Verificación de los documentos del proyecto | 5 |
| 2.9.2. | Oficina en la obra | 5 |
| 2.9.3. | Representación del contratista. jefe de obra | 6 |
| 2.9.4. | Presencia del constructor en la obra | 6 |
| 2.9.5. | Trabajos no estipulados expresamente | 6 |
| 2.9.6. | Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto..... | 6 |
| 2.9.7. | Reclamaciones contra las ordenes de la dirección facultativa | 7 |
| 2.9.8. | Recusación por el contratista del personal nombrado por el proyectista | 7 |
| 2.9.9. | Faltas del personal | 7 |
| 2.10. | Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares..... | 7 |
| 2.10.1. | Caminos y accesos | 7 |
| 2.10.2. | Replanteo..... | 7 |
| 2.10.3. | Comienzo de la obra. ritmo de ejecución de los trabajos | 8 |
| 2.10.4. | Orden de los trabajos..... | 8 |
| 2.10.5. | Facilidades para otros contratistas..... | 8 |
| 2.10.6. | Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor | 8 |
| 2.10.7. | Prorroga por causa de fuerza mayor..... | 8 |
| 2.10.8. | Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra | 9 |
| 2.10.9. | Condiciones generales de ejecución de los trabajos | 9 |
| 2.10.10. | Obras ocultas | 9 |
| 2.10.11. | Trabajos defectuosos | 9 |
| 2.10.12. | Vicios ocultos | 9 |
| 2.10.13. | De los materiales y de los aparatos. Su procedencia | 10 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.10.14. | Presentación de muestras | 10 |
| 2.10.15. | Materiales no utilizables | 10 |
| 2.10.16. | Materiales y aparatos defectuosos..... | 10 |
| 2.10.17. | Gastos ocasionados por pruebas y ensayos..... | 10 |
| 2.10.18. | limpieza de las obras | 11 |
| 2.10.19. | Obras sin prescripciones..... | 11 |
| 2.11. | Recepciones de edificios y obras anejas | 11 |
| 2.11.1. | De las recepciones provisionales..... | 11 |
| 2.11.2. | Documentación final de la obra | 12 |
| 2.11.3. | Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra | 12 |
| 2.11.4. | Plazo de garantía | 12 |
| 2.11.5. | Conservación de las obras recibidas provisionalmente | 12 |
| 2.11.6. | De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida | 12 |
| 3. | Condiciones económicas | 13 |
| 3.1. | Principio general | 13 |
| 3.2. | Fianzas y garantías..... | 13 |
| 3.2.1. | Fianza provisional | 13 |
| 3.2.2. | Ejecución de trabajos con cargo a la fianza | 13 |
| 3.2.3. | De su devolución en general..... | 13 |
| 3.2.4. | Devolución de la fianza o garantía en el caso de efectuarse recepciones parciales..... | 13 |
| 3.3. | Precios | 14 |
| 3.3.1. | Composición de los precios unitarios | 14 |
| 3.3.2. | Beneficio industrial | 14 |
| 3.3.3. | Precio de ejecución material | 14 |
| 3.3.4. | Precio de contrata | 14 |
| 3.3.5. | Precios de contrata. importe de contrata | 15 |
| 3.3.6. | Precios contradictorios..... | 15 |
| 3.3.7. | Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios | 15 |
| 3.3.8. | De la revisión de los precios contratados..... | 15 |
| 3.3.9. | Acopio de materiales..... | 15 |
| 3.4. | Obras por administración | 16 |
| 3.4.1. | Administración..... | 16 |
| 3.4.2. | Obra por administración directa | 16 |
| 3.4.3. | Obras por administración delegada o indirecta | 16 |
| 3.4.4. | Liquidación de obras por administración | 16 |
| 3.4.5. | Abono al constructor de las cuentas de administración delegada..... | 17 |
| 3.4.6. | Normas para la adquisición de los materiales y aparatos | 17 |

| | | |
|--------|--|----|
| 3.4.7. | Responsabilidad del constructor por bajo rendimiento de los obreros | 17 |
| 3.4.8. | Responsabilidades del constructor | 17 |
| 3.5. | Valoración y abono de los trabajos | 18 |
| 3.5.1. | Formas varias de abono de las obras | 18 |
| 3.5.2. | Relaciones valoradas y certificaciones | 18 |
| 3.5.3. | Mejoras de obras libremente ejecutadas | 19 |
| 3.5.4. | Abono de trabajos presupuestados con partida alzada | 19 |
| 3.5.5. | Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados | 20 |
| 3.5.6. | Pagos | 20 |
| 3.5.7. | Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía | 20 |
| 3.6. | Indemnizaciones mutuas | 20 |
| 3.6.1. | Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras 20 | |
| 3.6.2. | Demora de los pagos | 20 |
| 3.7. | Varios | 21 |
| 3.7.1. | Mejoras y aumentos de obra. casos contrarios | 21 |
| 3.7.2. | Unidades de obra defectuosas pero aceptables | 21 |
| 3.7.3. | Seguro de las obras | 22 |
| 3.7.4. | Conservación de la obra | 22 |
| 3.7.5. | Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor | 23 |
| 4. | Pliego de condiciones particulares y técnicas | 1 |
| 4.1. | Objeto | 1 |
| 4.2. | Movimientos de tierras | 1 |
| 4.3. | Hormigones para cimentación y solera | 2 |
| 4.4. | Estructura metálica | 2 |
| 4.4.1. | Acero laminado | 3 |
| 4.4.2. | Tornillos de acero | 3 |
| 4.4.3. | Ejecución | 3 |
| 4.4.4. | Criterios de aceptación y rechazo | 4 |
| 4.5. | Albañilería y carpintería | 5 |
| 4.5.1. | Cerramientos | 5 |
| 4.5.2. | Barandillas | 5 |
| 4.5.3. | Fachadas | 6 |
| 4.5.4. | Revestimientos, guarnecidos, enlucidos y enfoscados | 6 |
| 4.5.5. | Otros | 6 |
| 4.5.6. | Impermeabilización | 7 |
| 4.5.7. | Cerrajería. puertas de acero | 7 |

1. Disposiciones generales

1.1. Objeto del pliego general.

Artículo 1. El presente Pliego de Condiciones particulares del Proyecto tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, al Proyectista y al Director de ejecución de obra, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

1.2. Documentación del contrato de obra.

Artículo 2. Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de :sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

1.º Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiera.

2.º Memoria, planos, mediciones y presupuesto.

3.º El presente Pliego de Condiciones particulares.

4.º El Pliego de Condiciones de la Dirección general de Arquitectura.

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

2. Condiciones facultativas

2.1. Delimitación de funciones de los agentes intervinientes

Artículo 3. Ámbito de aplicación de la L.O.E.

La Ley de Ordenación de la Edificación es de aplicación al proceso de la edificación, entendiendo por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.

- c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.

Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo:

- a) la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto. Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo.
- b) la titulación académica y profesional habilitante, con carácter general, será ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus respectivas especialidades y competencias específicas. Cuando el proyecto a realizar tenga por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo.
- c) La titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

2.2. El promotor

Será Promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente decide, impulsa, programa o financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título. Son obligaciones del promotor:

- a) Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- b) Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.
- c) Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- d) Designar al Coordinador de Seguridad y Salud para el proyecto y la ejecución de la obra.
- e) Suscribir los seguros previstos en la Ley de Ordenación de la Edificación.
- f) Entregar al adquirente, en su caso, la documentación de obra ejecutada, o cualquier otro documento exigible por las Administraciones competentes.

2.3. El proyectista

Artículo 4. Son obligaciones del proyectista (art. 10 de la L.O.E.):

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda, y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico redactor del proyecto que tenga la titulación profesional habilitante.
- b) Redactar el proyecto con sujeción a la normativa vigente y a lo que se haya establecido en el contrato y entregarlo, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

- c) Acordar, en su caso, con el promotor la contratación de colaboraciones parciales.

2.4. El constructor

Artículo 5. Son obligaciones del constructor (art. 11 de la L.O.E.):

- a) Ejecutar la obra con sujeción al proyecto, a la legislación aplicable y a las instrucciones del director de obra y del director de la ejecución de la obra, a fin de alcanzar la calidad exigida en el proyecto.
- b) Tener la titulación o capacitación profesional que habilita para el cumplimiento de las condiciones exigibles para actuar como constructor.
- c) Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra y que por su titulación o experiencia deberá tener la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra.
- d) Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- e) Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- f) Firmar el acta de replanteo o de comienzo y el acta de recepción de la obra.
- g) Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- h) Suscribir las garantías previstas en el artículo 19 del L.O.E

2.5. El director de obra

Artículo 6. Corresponde al Director de Obra:

- a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico, según corresponda y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de obra que tenga la titulación profesional habilitante.

En el caso de la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) del apartado 1 del artículo 2, la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto.

Cuando las obras a realizar tengan por objeto la construcción de las edificaciones indicadas en el grupo b) del apartado 1 del artículo 2, la titulación habilitante, con carácter general, será la de ingeniero, ingeniero técnico o arquitecto y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

Cuando las obras a realizar tengan por objeto la construcción de las edificaciones indicadas en el grupo c) del apartado 1 del artículo 2, la titulación habilitante será la de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico y vendrá determinada por las disposiciones legales vigentes para cada profesión, de acuerdo con sus especialidades y competencias específicas.

Idénticos criterios se seguirán respecto de las obras a las que se refieren los apartados 2.b) y 2.c) del artículo 2 de esta Ley.

- b) Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.

c) Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.

d) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.

e) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

f) Elaborar y suscribir la documentación de la obra ejecutada para entregarla al promotor, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

g) Las relacionadas en el artículo 13, en aquellos casos en los que el director de la obra y el director de la ejecución de la obra sea el mismo profesional, si fuera ésta la opción elegida, de conformidad con lo previsto en el apartado 2.a) del artículo 13.

2.6. El director de la ejecución de la obra

Artículo 7. Corresponde al Director de ejecución de obra la dirección de la ejecución de la obra, que formando parte de la dirección facultativa, asume la función técnica de dirigir la ejecución material de la obra y de controlar cualitativa y cuantitativamente la construcción y la calidad de lo edificado. Siendo sus funciones específicas:

a) Estar en posesión de la titulación académica y profesional habilitante y cumplir las condiciones exigibles para el ejercicio de la profesión. En caso de personas jurídicas, designar al técnico director de la ejecución de la obra que tenga la titulación profesional habilitante.

Cuando las obras a realizar tengan por objeto la construcción de edificios para los usos indicados en el grupo a) del apartado 1 del artículo 2, la titulación académica y profesional habilitante será la de arquitecto técnico.

Será ésta, asimismo, la titulación habilitante para las obras del grupo b) que fueran dirigidas por arquitectos.

En los demás casos la dirección de la ejecución de la obra puede ser desempeñada, indistintamente, por profesionales con la titulación de arquitecto, arquitecto técnico, ingeniero o ingeniero técnico.

b) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, ordenando la realización de ensayos y pruebas precisas.

c) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.

d) Consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas.

e) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.

f) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

2.7. El coordinador de seguridad y salud

El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones según Real Decreto 1627/1997:

a) Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad:

1.º Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.

2.º Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

b) Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales

durante la ejecución de la obra y, en particular, en las tareas o actividades a que se refiere el artículo 10 de este Real Decreto.

c) Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. Conforme a lo dispuesto en el último párrafo del apartado 2 del artículo 7, la dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

d) Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

e) Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.

f) Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La dirección facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de coordinador.

2.8. Las entidades y los laboratorios de control de calidad de la edificación

Artículo 8.

1. Son entidades de control de calidad de la edificación aquéllas capacitadas para prestar asistencia técnica en la verificación de la calidad del proyecto, de los materiales y de la ejecución de la obra y sus instalaciones de acuerdo con el proyecto y la normativa aplicable. Para el ejercicio de su actividad en todo el territorio español será suficiente con la presentación de una declaración responsable en la que se declare que cumple con los requisitos técnicos exigidos reglamentariamente ante el organismo competente de la Comunidad Autónoma en la que tenga su domicilio social o profesional.

2. Son laboratorios de ensayos para el control de calidad de la edificación los capacitados para prestar asistencia técnica, mediante la realización de ensayos o pruebas de servicio de los materiales, sistemas o instalaciones de una obra de edificación. Para el ejercicio de su actividad en todo el territorio español será suficiente con la presentación de una declaración responsable por cada uno de sus establecimientos físicos desde los que presta sus servicios en la que se declare que estos cumplen con los requisitos técnicos exigidos reglamentariamente, ante los organismos competentes de la Comunidad Autónoma correspondiente.

3. Son obligaciones de las entidades y de los laboratorios de control de calidad:

a) Prestar asistencia técnica y entregar los resultados de su actividad al agente autor del encargo y, en todo caso, al responsable técnico de la recepción y aceptación de los resultados de la asistencia, ya sea el director de la ejecución de las obras, o el agente que corresponda en las fases de proyecto, la ejecución de las obras y la vida útil del edificio.

b) Justificar que tienen implantado un sistema de gestión de la calidad que define los procedimientos y métodos de ensayo o inspección que utiliza en su actividad y que cuentan con capacidad, personal, medios y equipos adecuados.

2.9. Obligaciones y derechos generales del constructor o contratista

2.9.1.Verificación de los documentos del proyecto

Artículo 9. Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor manifestará que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará por escrito las aclaraciones pertinentes.

2.9.2.Oficina en la obra

Artículo 10. El Constructor habilitará en la obra una oficina. En dicha oficina tendrá siempre con Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.
- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Dispondrá además el Constructor una oficina para la Dirección facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

2.9.3.Representación del contratista. jefe de obra

Artículo 11. El Constructor viene obligado a comunicar al promotor y a la Dirección Facultativa, la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competen a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en el artículo 5.

Cuando la importancia de las obras lo requiera y así se consigne en el Pliego de "Condiciones particulares de índole facultativa", el Delegado del Contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Arquitecto para ordenar la paralización de las obras sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

2.9.4.Presencia del constructor en la obra

Artículo 12. El Constructor, por si o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará al Arquitecto o al Director de ejecución de obra, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

2.9.5.Trabajos no estipulados expresamente

Artículo 13. Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Arquitecto dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se requerirá reformado de proyecto con consentimiento expreso del promotor, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100 ó del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

2.9.6.Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Artículo 14. Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán al Constructor, pudiendo éste solicitar que se le comuniquen por escrito, con detalles necesarios para la correcta ejecución de la obra.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla, dentro precisamente del plazo de tres días, a quién la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

Artículo 15. El Constructor podrá requerir del Arquitecto o del Director de ejecución de obra, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

2.9.7.Reclamaciones contra las ordenes de la dirección facultativa

Artículo 16. Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, solo podrá presentarlas, ante el promotor, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico del Arquitecto o del Director de ejecución de obra, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

2.9.8.Recusación por el contratista del personal nombrado por el proyectista

Artículo 17. El Constructor no podrá recusar a los Proyectistas, Aparejadores o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte del promotor se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

2.9.9.Faltas del personal

Artículo 18. El Proyectista, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

Artículo 19. El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción en su caso, a lo estipulado en el Contrato de obras y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

2.10. Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares

2.10.1. Caminos y accesos

Artículo 20. El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

El Coordinador de seguridad y salud podrá exigir su modificación o mejora.

2.10.2. Replanteo

Artículo 21. El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrá como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

El Constructor someterá el replanteo a la aprobación del Director de ejecución de obra y una vez esto haya dado su conformidad preparará un acta acompañada de un plano que deberá ser aprobada por el Proyectista, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de este trámite.

2.10.3. Comienzo de la obra. ritmo de ejecución de los trabajos

Artículo 22. El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Contrato suscrito con el Promotor, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales en aquél señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el Contrato.

De no existir mención alguna al respecto en el contrato de obra, se estará al plazo previsto en el Estudio de Seguridad y Salud, y si este tampoco lo contemplara, las obras deberán comenzarse un mes antes de que venza el plazo previsto en las normativas urbanísticas de aplicación.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta al Proyectista y al Director de ejecución de obra y al Coordinador de seguridad y salud del comienzo de los trabajos al menos con tres días de antelación.

2.10.4. Orden de los trabajos

Artículo 23. En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.10.5. Facilidades para otros contratistas

Artículo 24. De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

2.10.6. Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Artículo 25. Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Proyectista en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

2.10.7. Prorroga por causa de fuerza mayor

Artículo 26. Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable del Proyectista. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Proyectista, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

2.10.8. Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra

Artículo 27. El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

2.10.9. Condiciones generales de ejecución de los trabajos

Artículo 28. Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad impartan el Projectista o el Director de ejecución de obra, o el coordinador de seguridad y salud, al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 12.

2.10.10. Obras ocultas

Artículo 29. De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, el constructor levantará los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al Projectista; otro, al Aparejador; y, el tercero, al Contratista, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

2.10.11. Trabajos defectuosos

Artículo 30. El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en el Proyecto, y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción sin reservas del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Director de ejecución de obra, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Director de ejecución de obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Projectista de la obra, quien resolverá.

2.10.12. Vicios ocultos

Artículo 31. Si el Director de ejecución de obra tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción de la obra, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Projectista.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo del Promotor.

2.10.13. De los materiales y de los aparatos. Su procedencia

Artículo 32. El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Proyecto preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar al Director de ejecución de obra una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

2.10.14. Presentación de muestras

Artículo 33. A petición del Proyectista, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

2.10.15. Materiales no utilizables

Artículo 34. El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de ésta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Proyecto.

Si no se hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Director de ejecución de obra, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

2.10.16. Materiales y aparatos defectuosos

Artículo 35. Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Proyectista a instancias del Director de ejecución de obra, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el Constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo el Promotor cargando los gastos a la contrata.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran de calidad inferior a la preceptuada pero no defectuosos, y aceptables a juicio del Proyectista, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.10.17. Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Artículo 36. Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta del Constructor.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

2.10.18. limpieza de las obras

Artículo 37. Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

2.10.19. Obras sin prescripciones

Artículo 38. En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en el Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a lo dispuesto en el Pliego General de la Dirección General de Arquitectura, o en su defecto, en lo dispuesto en las Normas Tecnológicas de la Edificación (NTE), cuando estas sean aplicables.

2.11. Recepciones de edificios y obras anejas

2.11.1. De las recepciones provisionales

Artículo 39. Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Projectista al Promotor la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención del Promotor, del Constructor, del Projectista y del Director de ejecución de obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un Certificado Final de Obra y si alguno lo exigiera, se levantará un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas sin reservas.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza o de la retención practicada por el Promotor.

2.11.2. Documentación final de la obra

Artículo 40. El Proyectista facilitará al Promotor la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

2.11.3. Medición definitiva de los trabajos y liquidación provisional de la obra

Artículo 41. Recibidas las obras, se procederá inmediatamente por el Director de ejecución de obra a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que, aprobada por el Proyectista con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza o recepción.

2.11.4. Plazo de garantía

Artículo 42. El plazo de garantía deberá estipularse en el Contrato suscrito entre la Propiedad y el Constructor y en cualquier caso nunca deberá ser inferior a un año.

Si durante el primer año el constructor no llevase a cabo las obras de conservación o reparación a que viniese obligado, estas se llevarán a cabo con cargo a la fianza o a la retención.

2.11.5. Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Artículo 43. Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, correrán a cargo del Contratista.

Si el edificio fuese ocupado o utilizado antes de la recepción definitiva, la guarda, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

2.11.6. De las recepciones de trabajos cuya contrata haya sido rescindida

Artículo 44. En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor, o de no existir plazo, en el que establezca el Proyectista, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones, etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán con los trámites establecidos en el artículo 35.

Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Proyectista, se efectuará una sola y definitiva recepción.

3. Condiciones económicas

3.1. Principio general

Artículo 45. Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

Artículo 46. El Promotor, el contratista y, en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

3.2. Fianzas y garantías

Artículo 47. El contratista garantizará la correcta ejecución de los trabajos en la forma prevista en el Proyecto.

3.2.1.Fianza provisional

Artículo 48. En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma.

El Contratista a quien se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar la fianza en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

3.2.2.Ejecución de trabajos con cargo a la fianza

Artículo 49. Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, el Proyectista-Director, en nombre y representación del Promotor, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos directamente por administración, abonando su importe con la fianza o garantía, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Promotor, en el caso de que el importe de la fianza o garantía no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

3.2.3.De su devolución en general

Artículo 50. La fianza o garantía retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta (30) días una vez transcurrido el año de garantía. El Promotor podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos.

3.2.4.Devolución de la fianza o garantía en el caso de efectuarse recepciones parciales

Artículo 51. Si el Promotor, con la conformidad del Proyectista, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza o cantidades retenidas como garantía.

3.3. Precios

3.3.1.Composición de los precios unitarios

Artículo 52. El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán costes directos

a) La mano de obra, con sus pluses y cargas y seguros sociales, que interviene directamente en la ejecución de la unidad de obra.

b) Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.

c) Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.

d) Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.

e) Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se considerarán costes indirectos

Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros, etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos estos gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.

Se considerarán gastos generales

Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos.

3.3.2.Beneficio industrial

El beneficio industrial del Contratista será el pactado en el Contrato suscrito entre el Promotor y el Constructor.

3.3.3.Precio de ejecución material

Se denominará Precio de Ejecución material el resultado obtenido por la suma de los Costes Directos más Costes Indirectos.

3.3.4.Precio de contrata

El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

3.3.5.Precios de contrata. importe de contrata

Artículo 53. En el caso de que los trabajos a realizar en un edificio u obra aneja cualquiera se contratasen a tanto alzado, se entiende por Precio de contrata el que importa el coste total de la unidad de obra. El Beneficio Industrial del Contratista se fijará en el contrato entre el contratista y el Promotor.

3.3.6.Precios contradictorios

Artículo 54. Se producirán precios contradictorios sólo cuando el Promotor por medio del Proyectista decida introducir unidades nuevas o cambios de calidad en alguna de las previstas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el Proyectista y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiere se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha del contrato.

3.3.7.Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

Artículo 55. En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obras ejecutadas. Se estará a lo previsto en primer lugar, al Pliego Particular de Condiciones Técnicas y en segundo lugar, al Pliego de Condiciones particulares, y en su defecto, a lo previsto en las Normas Tecnológicas de la Edificación.

3.3.8.De la revisión de los precios contratados

Artículo 56. Contratándose las obras a tanto alzado, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el calendario, un montante superior al tres por 100 (3 por 100) del importe total del presupuesto de Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con lo previsto en el contrato, percibiendo el Contratista la diferencia en más que resulte por la variación del IPC superior al 3 por 100.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

3.3.9.Acopio de materiales

Artículo 57. El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que el Promotor ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Promotor son, de la exclusiva propiedad de éste; de su guarda y conservación será responsable el Contratista, siempre que así se hubiese convenido en el contrato.

3.4. Obras por administración

3.4.1. Administración

Artículo 58. Se denominan "Obras por Administración" aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor. En tal caso, el propietario actúa como Coordinador de Gremios.

Las obras por administración se clasifican en las dos modalidades siguientes:

- a) Obras por administración directa.
- b) Obras por administración delegada o indirecta.

3.4.2. Obra por administración directa

Artículo 59. Se denominan 'Obras por Administración directa' aquellas en las que el Promotor por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Proyectista-Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisas para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra y, en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras el constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Promotor y Contratista.

3.4.3. Obras por administración delegada o indirecta

Artículo 60. Se entiende por 'Obra por Administración delegada o indirecta' la que convienen un Propietario y un Constructor para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de las Obras por Administración delegada o indirecta las siguientes:

a) Por parte del Promotor, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Promotor la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Proyectista-Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.

b) Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos y, en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Promotor un tanto por ciento (%) prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

3.4.4. Liquidación de obras por administración

Artículo 61. Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las "Condiciones particulares de índole económica" vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Promotor, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por el Director de ejecución de obra:

a) Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.

b) Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría,

acompañando. a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan las nóminas que se presentan.

c) Las facturas originales de los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.

d) Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, el porcentaje convenido en el contrato suscrito entre Promotor y el constructor, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

3.4.5. Abono al constructor de las cuentas de administración delegada

Artículo 62. Salvo pacto distinto, los abonos al Constructor de las cuentas de Administración delegada los realizará el Promotor mensualmente según las partes de trabajos realizados aprobados por el propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el Director de ejecución de obra redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

3.4.6. Normas para la adquisición de los materiales y aparatos

Artículo 63. No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Promotor para la adquisición de los materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Promotor, o en su representación al Proyectista-Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

3.4.7. Responsabilidad del constructor por bajo rendimiento de los obreros

Artículo 64. Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Proyectista-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Proyectista-Director.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Promotor queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del porcentaje indicado en el artículo 60 b, que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en las liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

3.4.8. Responsabilidades del constructor

Artículo 65. En los trabajos de "Obras por Administración delegada", el Constructor solo será responsable de los efectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o a terceras personas por no

haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen. En cambio, y salvo lo expresado en el artículo 60 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

3.5. Valoración y abono de los trabajos

3.5.1. Formas varias de abono de las obras

Artículo 66. Según la modalidad elegida para la contratación de las obras y salvo que en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor se preceptúe otra cosa, el abono de los trabajos se efectuará así:

1.º Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

2.º Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de las diversas unidades de obra ejecutadas, del precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción a los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

3.º Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Proyectista-Director.

Se abonará al Contratista en idénticas condiciones al caso anterior.

4.º Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor determina.

5.º Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

3.5.2. Relaciones valoradas y certificaciones

Artículo 67. En cada una de las épocas o fechas que se fijen en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá practicado el Aparejador.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando al resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, ponderada o numeral correspondiente para cada unidad de obra, los precios señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente además lo establecido en el presente "Pliego Particular de Condiciones Económicas" respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc.

Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación se le facilitarán por el Aparejador los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez (10) días a partir de la fecha del recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez (10) días siguientes a su recibo, el Proyectista-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Proyectista-Director en la forma referida en los "Pliegos Generales de Condiciones Facultativas y Legales".

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Proyectista-Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza o retención como garantía de correcta ejecución que se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Promotor, podrá certificarse hasta el noventa por ciento (90 por 100) de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Promotor, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Projectista-Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

3.5.3. Mejoras de obras libremente ejecutadas

Artículo 68. Cuando el Contratista, incluso con autorización del Projectista-Director, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica con otra que tuviese asignado mayor precio o ejecutase con mayores dimensiones cualquiera parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquiera otra modificación que sea beneficiosa a juicio del Projectista-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponder en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada o adjudicada.

3.5.4. Abono de trabajos presupuestados con partidaalzada

Artículo 69. Salvo lo preceptuado en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, el abono de los trabajos presupuestados en partidaalzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

a) Si existen precios contratados para unidades de obras iguales, las presupuestadas mediante partidaalzada, se abonarán previa medición y aplicación del precio establecido.

b) Si existen precios contratados para unidades de obra similares, se establecerán precios contradictorios para las unidades con partidaalzada, deducidos de los similares contratados.

c) Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partidaalzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida debe justificarse, en cuyo caso el Projectista-Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en el Pliego de Condiciones Particulares en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

3.5.5. Abono de agotamientos, ensayos y otros trabajos especiales no contratados

Artículo 70. Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, ensayos, inyecciones y otra clase de trabajos de cualquiera índole especial y ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y de satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se especifique en el el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor.

3.5.6. Pagos

Artículo 71. Los pagos se efectuarán por el Promotor en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Proyectista-Director, en virtud de las cuales se verifican aquéllos.

3.5.7. Abono de trabajos ejecutados durante el plazo de garantía

Artículo 72. Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado trabajos cualesquiera, para su abono se procederá así:

1.º Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo; y el Proyectista-Director exigiera su realización durante el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, o en su defecto, en el presente Pliego Particular o en su defecto en los Generales, en el caso de que dichos precios fuesen inferiores a los que rijan en la época de su realización; en caso contrario, se aplicarán estos últimos.

2.º Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado durante dicho plazo, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.

3.º Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia de la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

3.6. Indemnizaciones mutuas

3.6.1. Importe de la indemnización por retraso no justificado en el plazo de terminación de las obras

Artículo 73. La indemnización por retraso en la terminación se establecerá en un porcentaje del importe total de los trabajos contratados o cantidad fija, que deberá indicarse en el Contrato suscrito entre Contratista y Promotor, por cada día natural de retraso, contados a partir del día de terminación fijado en el Calendario de obra.

Las sumas resultantes se descontarán y retendrán con cargo a la fianza o a la retención.

3.6.2. Demora de los pagos

Artículo 74. Si el Promotor no efectuase el pago de las obras ejecutadas, dentro del mes siguiente al que se hubiere comprometido, el Contratista tendrá el derecho de percibir la cantidad pactada en el

Contrato suscrito con el Promotor, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación. Si aún transcurrieran dos meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que éstos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

3.7. Varios

3.7.1.Mejoras y aumentos de obra. casos contrarios

Artículo 75. No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Proyectista-Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto a menos que el Proyectista-Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución o empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras o aumentos de obra supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirán el mismo criterio y procedimiento, cuando el Proyectista-Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

3.7.2.Unidades de obra defectuosas pero aceptables

Artículo 76. Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Proyectista-Director de las obras, éste determinará el precio o partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

3.7.3.Seguro de las obras

Artículo 77. El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva; la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Promotor, para que con cargo a ella se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Promotor podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados, etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero solo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Proyectista-Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijarán previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Promotor, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

3.7.4.Conservación de la obra

Artículo 78. Si el Contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Promotor, el Proyectista-Director, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Proyectista-Director fije, salvo que existan circunstancias que justifiquen que estas operaciones no se realicen.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo de garantía, procediendo en la forma prevista en el presente "Pliego de Condiciones Económicas".

3.7.5. Uso por el contratista de edificio o bienes del promotor

Artículo 79. Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Promotor, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen inutilizado, sin derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Promotor a costa de aquél y con cargo a la fianza o retención.

4. Pliego de condiciones particulares y técnicas

4.1. Objeto

El presente pliego tiene por objeto fijar las condiciones particulares y/o técnicas que regirán la ejecución de las obras del presente proyecto de nave industrial, así como las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las Obras.

4.2. Movimientos de tierras

Como ya se ha indicado en el documento de la memoria, al estar el polígono urbanizado, no es necesaria la preparación previa de las zonas dedicadas a acerado y zonas colindantes con otras edificaciones, pero el movimiento de tierras aquí expuesto hace referencia a las excavaciones realizadas por medios manuales y/o mecánicos que en todo el perímetro de la parcela se ocupa de conseguir los niveles necesarios en el terreno para la ejecución de sótanos o partes de la edificación bajo rasante (excavaciones a cielo abierto), , las zanjas o pozos necesarios, los rellenos y compactaciones y la carga y transporte de las tierras removidas. La Dirección Facultativa es la que, previamente a cada trabajo, debe comprobar lo que se va a llevar a cabo y aprobarlo.

En las excavaciones de cielo abierto, se protegerán los medios de la vía pública que se puedan ver afectados, y se revisará antes de comenzar todos los accesos propuestos tanto para vehículos y maquinaria como para peatones. Para la ejecución, la contrata debe hacerse cargo de todos los apuntalamientos y protecciones del suelo para prevenir posibles desprendimientos o deslizamientos, aun cuando estos medios no estén definidos dentro del proyecto. Igualmente, debe protegerse la zona de excavación del posible vertido de aguas, para ello se llevarán a cabo las medidas necesarias de drenaje, aislamiento, canales y desagües necesarios. Sea cual sea la magnitud de la excavación, se establecerán unos parámetros máximos de trabajo que definirán la altura y anchura máxima de cada franja de vaciado, la distancia de seguridad sin excavar en bordes con elementos estructurales, y se realizará un control de limpieza y resultados cada 3 metros de profundidad como máximo, aparte de que una vez acabado el vaciado, debe comprobarse que el fondo quede vacío de tierra, rocas o diferentes elementos extraños.

Por su parte, las excavaciones en zanjas son estrechas y largas, que sirven para realizar la cimentación o instalar una conducción subterránea. Previamente se debe investigar las servidumbres que puedan ser afectadas, como fosas sépticas, calefacción o fibra óptica. Se utilizará madera para entibaciones, apeos y secciones acotadas, y se debe evaluar la tensión a compresión que vayan a parar a cimentaciones próximas, la distancia de seguridad a la zona de trabajo para peatones y vehículos, y los riesgos posibles sobre edificaciones cercanas. Al igual que en los demás casos, se debe garantizar que no entre agua tomando las medidas correspondientes del anterior apartado. La particularidad de esta excavación, es que en caso de que la tierra sea erosionable por viento o lluvia, las zanjas no podrán permanecer abiertas más de 8 días, y en todo caso debe apuntalarse perfectamente para las paredes se consoliden definitivamente, y posteriormente se conservarán las entibaciones, apuntalamientos y apeos realizados. También se realizará un fraccionamiento de la zanja que permita ir analizando por partes la limpieza del fondo y el correcto apuntalamiento. Las excavaciones en zanjas se refieren a las excavaciones profundas en las que predomina el ancho sobre el largo, y se le aplicarán las mismas condiciones que a las excavaciones en zanjas, pero en este caso se tendrá un control más exhaustivo por franjas de profundidad para garantizar el apuntalamiento y la no superación de tensiones admisibles, así como el buen asentamiento del terreno.

El relleno y compactación se refiere a echar tierras propias o de préstamos para rellenar una excavación, y dar a dicho relleno el grado de compactación y dureza exigido. Como norma general, se toma que debe establecerse un perímetro de seguridad bien delimitado durante el transporte y descarga de las tierras, y establecer un tiempo máximo para dicha descarga. Una vez rellenado, la Dirección Técnica es la que exige la calidad que ha de tener el suelo, por tanto el relleno debe ajustarse a esos deseos; en caso de que no se haya especificado, deberá tener como mínimo, la misma calidad que tenía el terreno antes de haber sido excavado. Para la carga y transporte de las tierras removidas, es necesario establecer un perímetro de acción de los vehículos, una trayectoria por la cual circularán, y la serie de elementos auxiliares (por ejemplo rampas) que sean necesarios para la óptima circulación de los mismos. De igual manera, se establecerá un tiempo dentro de la obra que no deberá sobrepasarse para las labores tanto de transporte como de descarga de tierras.

Para la totalidad de movimientos de tierras, hay que cumplir la siguiente normativa:

- NTE-ADE/1977.
- NTE-ADV (Acondicionamiento del terreno, Desmontes, Vaciados).
- NTE-ADZ (Acondicionamiento del terreno, Zanjas y Pozos).

4.3. Hormigones para cimentación y solera

Los dividiremos en hormigón de limpieza y hormigones armados y encofrados. Todos ellos son mezcla de cemento, arena, grava y agua en diferentes proporciones dependiendo del requerimiento.

El de limpieza se vierte para la cimentación, aplicando una capa de unos 10 cm., y 30 cm. para la solera, y sobre él apoyarán además todas las armaduras de cimentación. Antes de verter el hormigón, deberá refinarse y limpiarse el fondo de la excavación, haciendo regular su superficie y compactándola lo máximo posible.

Por otra parte, el hormigón armado y encofrado se utiliza para las zapatas y los muros, aunque en nuestro caso no se van a colocar muros de hormigón, ya que todos serán de panel sándwich o de chapa si se introdujese esa modificación. Para las zapatas, elementos que se asentará sobre el terreno, se deberá hacer un estudio geotécnico previo, calcular la armadura que se le debe colocar para tener las características resistentes que se desean para la nave.

No obstante, toda la información necesaria para los trabajos de hormigonado de la obra, vendrán regidos por la siguiente normativa de obligado cumplimiento:

- NTE CSZ. Cimentaciones. Superficiales. Zapatas.
- NTE IEP: Instalaciones de Electricidad, Puesta a tierra.
- UNE 36068:2011 Barras Corrugadas para Hormigón Armado. Barras sin Exigencias Especiales de Soldabilidad.
- NTE CCM: Cimentaciones. Contenciones. Muros.
- UNE-EN 13707:2014 Láminas flexibles para la impermeabilización. Láminas bituminosas con armadura para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características.

4.4. Estructura metálica

Dado que el presente proyecto se va a realizar en estructura metálica, es conveniente dejar definidos sin lugar a dudas todas las condiciones técnicas que han de tener los diferentes elementos metálicos a utilizar.

4.4.1.Acero laminado

Todos los productos de ACERO laminado en caliente que se empleen en las estructuras de la edificación, deberán cumplir las características y tolerancias determinadas en el CTE-DB SE-A. Seguridad Estructural Acero (4. Materiales). A la hora de recoger los materiales, se debe comprobar que las marcas que deben llevar los productos laminados, que garantizan las características mecánicas y la composición química del material, son las que corresponden a la clase de acero especificado, según determinada el CTE DB SE-A. Seguridad Estructural. Acero. (4.Materiales). Además, sobre cada lote compuesto por 20 toneladas o fracción, se determinarán las siguientes características según las normas de ensayo específicas:

- Dimensiones, tolerancias, CTE DB SE-A. Seguridad Estructural. Acero (11.1. Tolerancias de Fabricación).
- Límite Elástico,UNE-EN 10025-1:2006
- Resistencia a la tracción, UNE-EN 10025-1:2006.
- Alargamiento de rotura, UNE-EN 10025-1:2006 Además el tamaño de las muestras para ensayos será de 1,50 m.

4.4.2.Tornillos de acero

Todos los tornillos utilizados en el montaje de la estructura deberán cumplir las características y tolerancias geométricas determinadas en el CTE DB SE-A. Seguridad Estructural. Acero. (4.3. Tornillos, tuercas y arandelas). Se acompañará del Certificado de Origen Industrial.

4.4.3.Ejecución

Los materiales deberán cumplir lo establecido en los dos apartados anteriores, además, como condiciones generales, la estructura deberá ser, en forma y dimensiones, conforme a lo señalado en los planos del proyecto; el contratista no podrá modificar nada sin consultar antes con la Dirección Facultativa, y si subcontrata alguna parte de la ejecución de la obra, deberá demostrar que dicha subcontrata está capacitada técnicamente para realizar esa ejecución. Las partes no definidas totalmente en los documentos deberán cumplir el CTE o las UNE que le afecten.

La ejecución se realizará conforme a lo dispuesto en:

- El CTE DB SE-A. Seguridad Estructural. Acero. (10. Ejecución).
- Las normas UNE que deberán cumplir las distintas operaciones que conlleva la ejecución de las estructuras serán las relacionadas con el Anejo D del CTE DB SE-A Seguridad Estructural. Acero. Anejo D.
- Las tolerancias están recogidas en el CTE DB SE-A. Seguridad Estructural. Acero. Tolerancias 11.
- Los operarios encargados de la realización de las soldaduras estarán calificados de acuerdo con la norma UNE EN 287-1/1992.
- Los biselados de las piezas a unir se ejecutarán en máquina herramienta, plasma y oxicorte automático se ajustaran de acuerdo a la norma EAE 2011.
- El contratista presentará a la Dirección Facultativa una memoria de soldeo en la que se indiquen las técnicas a utilizar y los tipos de materiales de aportación, y las inspecciones de las uniones soldad se realizarán de acuerdo con la norma UNE 14044:2002.
- A propuesta del contratista, la Dirección Facultativa podrá autorizar el realizar empalmes en piezas de laminación de longitudes inferiores a las habituales para no producir un despunte excesivo. En ese caso, figurará en los planos la zona de la pieza en donde puede efectuarse el empalme y el número máximo de

las piezas que pueden ser empalmadas, pero en ningún caso se puede autorizar más de un empalme por pieza a no ser que sea estrictamente necesario.

- Nunca se cortarás las chapas o perfiles de forma que queden ángulos entrantes con arista viva. Cuando no se puedan eludir, se redondearán con el mayor radio posible. Todas las preparaciones de borde se efectuarán de acuerdo a la norma EAE 2011, así como el orden de ejecución de los distintos cordones de soldadura.

- Se suspenderán los trabajos de soldadura de los trabajos de soldeo cuando la temperatura baje de los 0°C, a no ser que la Dirección Facultativa indique que no pueden bajar de 5°C, adoptando medidas para evitar un enfriamiento rápido del metal depositado. La calidad de las soldaduras vendrá dada por la UNE-EN-ISO:5817:2014, desde calidad 1(soldadura perfecta) hasta 5(soldadura muy mala). La clase designada por estos números vendrá determinada por los defectos de la soldadura definidos en dicha norma.

- Las superficies de las piezas a unir mediante tornillos deberán estar absolutamente planas y limpias.

4.4.4. Criterios de aceptación y rechazo

Se aceptarán los materiales una vez realizados los ensayos de control de recepción especificados en los diferentes apartados, en el cumplimiento de las características técnicas en ellos exigibles. Los criterios de aceptación y rechazo de ejecución se ajustarán a las tolerancias especificadas en CTE y norma UNE-EN 1090-2:2011+A1:2011 principalmente, así como del resto de normativa y condiciones mencionadas a continuación:

Para soldaduras: a lo largo de todo el proceso de fabricación el contratista dispondrá de los procedimientos de control adecuados en cada caso. Asimismo habrá constancia de las soldaduras realizadas por cada soldador. Por parte de la Dirección Facultativa o Inspector en que se delegue, se efectuará una inspección visual de todas las soldaduras, que se completará con métodos no destructivos de detección de fallos, generalmente rayos X. Para la inspección radiográfica se aplicarán las normas UNE-EN ISO 17636-1:2013 y UNE-EN ISO 17636-2:2013. Para la calificación de las soldaduras, según los defectos observados, se aplicará la norma UNE-EN ISO 10675-1:2017, y para la inspección ultrasónica se aplicarán las normas UNE-EN ISO 17640:2011 y UNE-EN ISO 11666:2011. Como resultado de la aplicación de la anterior norma y de la inspección visual, la soldadura podrá ser calificada como correcta, aceptable o inaceptable, tomando en cada caso las decisiones oportunas.

Para tornillos: se comprobará que todos los tornillos colocados en el taller son del mismo diámetro y calidad indicadas en el proyecto, que disponen de las arandelas precisas bajo cabeza y bajo tuerca y que la rosca asoma por lo menos en un filete por fuera de la tuerca. Asimismo, se comprobará que la superficie de todas las uniones a efectuar mediante tornillos de alta resistencia, trabajando a rozamiento, han recibido el tratamiento indicado en los documentos del proyecto. El par de apriete será el indicado en el CTE DB SE-A. Seguridad Estructural Acero (10.4 Uniones atornilladas).

El control dimensional: las tolerancias máximas admitidas en la estructura montada, así como en la obra de fábrica y otras partes adyacentes serán las que define la norma UNE-EN 1090-2:2011+A1:2011 "Estructuras metálicas de edificios de varias alturas". Las tolerancias que se refieren a componente y partes adyacentes, deben ser consideradas como requisitos mínimos para asegurar el cumplimiento de las tolerancias de la estructura montada. Asimismo, se tendrán en cuenta las que define el CTE. En las tolerancias de la estructura montada indicadas en la norma UNE-EN 1090-2:2011+A1:2011, se considera que la estructura no está cargada. Es de reseñar que, como regla general, las operaciones de verificación deben limitarse únicamente a las desviaciones dimensionales que tengan importancia para la seguridad o para el montaje y que en la precisión de los aparatos de medida utilizados siempre estará en consonancia con el fin perseguido.

Tratamientos de protección según lo especificado en CTE DB SE-A. Seguridad Estructural. Acero. 10.6 Tratamientos de protección. Las superficies que vayan a quedar unidas mediante tornillos de alta resistencia trabajando a rozamiento no recibirán ninguna capa de protección. Podemos concluir como resumen que las estructuras metálicas deberán cumplir en todo su ciclo de vida, lo especificado en el CTE DB SE-A Seguridad Estructural. Acero, en particular lo referido en los apartados 10 (ejecución), 11 (tolerancias), 12 (control de calidad) y 13 (inspección y mantenimiento).

4.5. Albañilería y carpintería

Por el presente proyecto de construcción de estructura metálica, no se considerará en albañilería la fabricación de bloques de hormigón ni muros perimetrales de hormigón, y la cimentación y el tipo de hormigonado en el forjado ya se considera regida por la EHE 08. Así pues sólo se considerará respecto a elementos cerámicos, el posible levantamiento de muros de ladrillo en caso de que se hiciese alguna modificación sobre el actual proyecto, y sus componentes y ejecución en obra se verían obligadas a cumplir la normativa NTE-FFL (Fachadas, fábricas de ladrillo), el CTE DBSI de Seguridad de Incendios, el CTE DB-F Fábrica y las normas UNE relacionados con los ensayos de ladrillos de arcilla cocida y los diferentes documento en los que se exprese sus características, aspecto, resistencia a la flexión y capacidad de absorción de agua. Por tanto, sí se deberán tener en cuenta los siguientes puntos:

4.5.1.Cerramientos

Hace referencia a los cerramientos exteriores de la nave, garantizando estanqueidad respecto a los agentes atmosféricos y proporcionando el adecuado aislamiento térmico y acústico, para lo cual debe venir especificado el tipo de cerramiento en los planos y memoria de carpintería. Durante toda la ejecución, se seguirá obligatoriamente el CTE DB-HE, el CTE DB-HR y el CTE DB-SI, así como las normas UNE aplicables a estos casos. Será obligatorio colocar una barrera antihumedad siempre por debajo del primer forjado, y siempre que por cualquier tipo de causa se tenga que parar o posponer los trabajos, todos los cerramientos se arriostrarán para garantizar que no colapsen en algún momento. Habrá un técnico competente que será el encargado de inspeccionar las posibles figuraciones o desplomes que puedan producirse, y dictará su importancia y solución adoptada.

4.5.2.Barandillas

Elementos para protección contra el riesgo de caída de personas y objetos desde diferentes alturas. Se compondrán de zócalos, pilastras, barandales y pasamanos ya sean metálicos, de madera, plásticos, etc., pero sea cual sea su composición, deberá garantizar un nivel mínimo de seguridad para el trabajador. El escalonamiento correspondiente a las barandillas que ayuden a subir no deberá ser excesivamente grande y se determinará antes de empezar la obra. Además de las barandillas, durante la ejecución, en todo momento que haya trabajadores en zonas elevadas sin barandilla, deberá haber una línea de vida a la que los operarios estén totalmente sujetos con arneses para evitar daños en caso de caída accidental desde cierta altura que pueda provocar lesiones. La normativa a seguir por las barandillas será la NTE-FDB (Fachadas, Defensas, Barandillas), y toda la serie de normas UNE aplicables en relación a los diferentes tipos de barandilla en geometría, dimensiones, tolerancias, materiales, etc. Obligatoriamente, deberá llevarse a cabo un control de altura, fijación, etc., cada 30 metros como máximo con una frecuencia diaria.

4.5.3.Fachadas

Son los cerramientos exteriores de la nave contruidos con paneles prefabricados de materiales en nuestro caso ligeros. El presente proyecto acuerda que las cuatro fachadas laterales sean de panel sándwich, pudiendo ser modificado atendiendo a los procedimientos indicados en el pliego de condiciones generales. Antes de proceder a la colocación de los paneles, se debe analizar exhaustivamente los puntos de anclaje más favorables para prevenir que una vez colocados puedan colapsar por algún tipo de acción. Una vez definido, se procede a colocar los anclajes en la estructura con tratamientos anticorrosivos, fijar los paneles en los anclajes perfectamente y sellando todas las juntas. Al igual que ocurría en los cerramientos, se designará un técnico competente que evalúe los posibles fallos o desplomes de las fachadas y decida actuar en consecuencia. Las normas de obligado cumplimiento a seguir son la NTE-FPP (Fachadas. Prefabricados. Paneles) y las normas UNE-EN 1363-1:2015 y 1363-2:2000 que hacen referencia a las dos partes de ensayos de resistencia al fuego, y la UNE 53270:2012 que hace referencia al ensayo de dureza barcol para materiales plásticos.

4.5.4.Revestimientos, guarnecidos, enlucidos y enfoscados

Aquí se engloban todo tipo de revestimientos, guarnecidos y enlucidos que se vayan a realizar sobre la estructura montada, como por ejemplo se da en el relleno en techos de viviendas. Todas las zonas en las que se aplique alguno de estos métodos, debe quedar definido en la memoria. La condición indispensable para poder llevar a cabo estos métodos es que el soporte a revestir esté completamente terminado, tras lo cual se aplicarán, y cuyos componentes son yeso, agua, mallas y accesorios de fijación.

Para la preparación y ejecución o aplicación de cualquiera de los revestimientos, guarnecidos o enlucidos que quieran hacerse, es de obligado cumplimiento la NTERPG, que regula, entre otras cosas, las relaciones de dosificaciones de componentes durante la mezcla, las superficies favorables que pueden recubrirse, las condiciones de acabado y limpieza de las diferentes superficies a enlucir, etc. Además, se cumplirá la normativa vigente de Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Normas Tecnológicas y otras normas contenidas en Ordenanzas Municipales o Reglamentos internos de la empresa que puedan ser de aplicación.

Para los enfoscados, que son de cemento, cal o mixtos, tanto verticales como horizontales, se aplica la EHE-08, la Instrucción para la Recepción de Cementos RC-08, Norma Tecnológica NTE-RPE y normas UNE de aplicación, de forma que con todos estos documentos queda definido enteramente el proceso de preparación y ejecución. Al igual que en otro apartados, los posibles defectos deberán ser revisados por un técnico competente que los evalúe y estime la importancia de los mismos y las soluciones a adoptar. El mantenimiento, en este caso, será cada 5 años, revisando el estado de los productos y elementos decorativos y/o protección aplicados sobre el enfoscado. Además, sobre el enfoscado no se admiten anclajes o sustentación de elementos pesados, de forma que si hay que hacer reparaciones, se levantará la superficie afectada y podrá cambiarse tras ser analizado por el técnico.

4.5.5.Otros

Puede haber casos de que la modificación del proyecto por alguna de las partes implique que hay que poner algún tipo de revestimiento especial u otro tipo de recubrimiento en vez de panel sándwich, como pueden ser las chapas galvanizadas para cubrir la nave. En el primer caso, revestimientos especiales, dependiendo del revestimiento que se quiere aplicar, habrá que seguir las normas UNE que hagan referencia a dicho recubrimiento, además de a la EHE-08. En el segundo caso, otros recubrimientos, podrá ser de diferentes plásticos, de metales o muros de hormigón: si son otros recubrimientos plásticos

como el panel sándwich, se atenderá a la misma normativa que se indica en el apartado de fachadas; si los recubrimientos son de metal, generalmente de chapa galvanizada, todo el conjunto de condiciones previas, componente, ejecución y ensayos a realizar vendrá claramente explicado en sus normas UNE correspondientes y en los documentos básicos del CTE que hagan referencia al acero y a la seguridad estructural, así como a otras normas tecnológicas o contenidas en Ordenanzas Municipales o reglamentos internos de empresas que puedan ser de aplicación.

4.5.6. Impermeabilización

Consiste en materiales o productos que aportan protección frente al paso del agua y a la formación de humedades interiores. Hay una grandísima gama de impermeabilizaciones, desde hormigón, productos asfálticos, productos sintéticos, resinas epoxi, poliéster, morteros hidrófugos, etc. Por ello, todo lo relacionado con las condiciones previas, preparación de materiales, ensayos a realizar y ejecución en obra, debe estar perfectamente definido en las normativas correspondientes a cada tipo de impermeabilización dependiendo de su naturaleza, es decir, la normativa aplicable para todos los casos es la norma UNE 104202 intercalando normas hasta la 104416, en la que cada una puede haber sido aprobada en diferentes años, pero todas ellas tratan la impermeabilización, con el matiz de que cada una hace referencia a un tipo diferente de material, siendo los más representativos los materiales bituminosos modificados. De entra de estas normas de impermeabilización están definidas también las normas de ensayos a realizar.

4.5.7. Cerrajería. puertas de acero

La carpintería suele realizarse en perfiles de acero laminado, conformados en frío o con perfiles de acero inoxidable. Las puertas interiores se destinan a cerrar huecos de alturas no mayores de cinco metros y medio y de peso no mayor de dos mil kilogramos por norma general, a no ser que se especifique algún cambio. Aparte de los propios perfiles, se precisa de tortillería, soldadura e imprimación. Para la colocación de marcos metálicos y posteriormente puerta, se debe preparar adecuadamente el elemento estructural sobre el que va a fijarse, procediendo a su limpieza. Las medidas de las puertas vendrán dadas por los huecos existentes y se indicarán en los planos correspondientes, y las tolerancias dimensionales se identificarán en las normativas. La imprimación servirá tanto para puerta como para marcos debiendo tener la superficie de imprimación la limpieza, calidad y plenitud necesaria para colocarla adecuadamente y que cumpla su cometido de protección contra corrosión y otros factores externos adecuadamente. La fijación de la carpintería se llevará a cabo principalmente a través de tornillos, que deberán cumplir las condiciones mencionadas anteriormente en su apartado. Por lo tanto, las normativas que deberá cumplir la carpintería serán, en primer lugar la de los elementos que la conformarán, es decir, los diferentes aceros, y en segundo lugar las normativas específicas de carpintería, que son la NTE-FCA: Carpintería de Acero; la NTE-FCI: Carpintería de acero inoxidable y la NTE-PPA: Particiones y Puertas de Acero. Asimismo, hay otra serie de normativas que son las normas UNE que se ocupan de determinar la cantidad de componentes como el carbono, azufre o manganeso dentro del acero; las medidas y tolerancias de los diferentes elementos que conforman los marcos y puertas, y los ensayos de flexión Charpa y métodos de ensayo para determinar la uniformidad de los recubrimientos galvanizados aplicados a materiales manufacturados de hierro y acero. Como para los demás elementos analizados, habrá un técnico competente que sea el encargado de comprobar los daños causados y evaluarlos en caso de que los haya

En Zaragoza a 23 de Septiembre de 2020

Firmado

Adrián Laplaza Masnou



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Grado

Proyecto técnico de construcción de una nave metálica para
montaje de ascensores

Estudio de seguridad y salud

Autor

Adrián Laplaza Masnou

Director

Víctor Tabuenca Cintora

Escuela de Ingeniería y Arquitectura
2020



Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza

Índice

| | | |
|--------|---|----|
| 1.1. | Objeto de estudio | 1 |
| 1.2. | Identificación de los autores del estudio | 1 |
| 1.3. | Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud | 1 |
| 1.4. | Características de la obra | 1 |
| 1.4.1. | Descripción y situación | 1 |
| 1.4.2. | Plan de ejecución de la obra | 2 |
| 1.4.3. | Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra | 3 |
| 1.4.4. | Fases de la obra de interés prevención | 3 |
| 1.5. | Riesgos | 3 |
| 1.5.1. | Riesgos profesionales | 3 |
| 1.5.2. | Riesgo daños a terceros | 5 |
| 1.6. | Disposiciones mínimas de seguridad y salud en la obra | 5 |
| 1.6.1. | Disposiciones mínimas generales | 5 |
| 1.6.2. | Disposiciones mínimas en el interior de los locales | 10 |
| 1.6.3. | Disposiciones mínimas en el exterior de los locales | 12 |
| 1.7. | Medidas preventivas y protecciones técnicas | 15 |
| 1.7.1. | Protecciones individuales | 15 |
| 1.7.2. | Protecciones colectivas | 16 |
| 1.7.3. | Formación | 17 |
| 1.7.4. | Medicina preventiva y primeros auxilios | 17 |
| 1.7.5. | Prevención de riesgos de daños a terceros | 18 |
| 1.8. | Disposiciones legales de aplicación | 18 |
| 1.9. | Condiciones de los medios de protección | 19 |
| 1.9.1. | Protecciones personales | 19 |
| 1.9.2. | Protecciones colectivas | 19 |
| 1.10. | Plan de seguridad y salud. obligaciones de contratistas y subcontratistas | 20 |
| 1.11. | Paralización de los trabajos | 20 |
| 2.1. | Introducción | 20 |
| 2.2. | Libro de incidencias | 21 |
| 2.3. | Obligaciones de las partes | 21 |
| 2.3.1. | Obligaciones del promotor | 21 |
| 2.3.2. | Obligaciones contratista | 21 |
| 2.3.3. | Obligaciones trabajadores | 22 |
| 2.4. | Naturaleza técnica | 23 |
| 2.4.1. | Materiales | 23 |

| | | |
|--------|--|----|
| 2.5. | Naturaleza legal..... | 26 |
| 2.5.1. | Disposiciones legales | 26 |
| 3.1. | Presupuesto parcial: PROTECCIONES INDIVIDUALES EPI CABEZA..... | 28 |
| 3.2. | Presupuesto parcial: PROTECCIONES INDIVIDUALES EPI CUERPO | 29 |
| 3.3. | Presupuesto parcial: PROTECCIONES INDIVIDUALES EXTR.SUPERIORES | 30 |
| 3.4. | Presupuesto parcial: PROTECCIONES INDIVIDUALES EXTR.INFERIORES | 31 |
| 3.5. | Presupuesto parcial: PROTECCIONES COLECTIVAS | 32 |
| 3.6. | Presupuesto parcial: SEÑALIZACIÓN | 33 |
| 3.7. | Presupuesto parcial: INST.ELÉCTRICA CUADRO DE OBRA..... | 34 |
| 3.8. | Presupuesto parcial: EXTINCIÓN DE INCENDIOS | 35 |
| 3.9. | Presupuesto parcial: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR | 36 |
| 3.10. | Presupuesto parcial: FORMACIÓN,CONSERVACIÓN E HIGIENE..... | 36 |
| 3.11. | Presupuesto de ejecución material..... | 38 |
| 3.12. | Presupuesto de ejecución por contrata..... | 39 |

1. Memoria

1.1. Objeto de estudio

Se realiza el presente Estudio de acuerdo con la Ley 31/1995 de 8 de Noviembre sobre Prevención de Riesgos Laborales y Real Decreto 1.627/1997 de 24 de Diciembre, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en obras de construcción.

El presente Estudio de Seguridad y Salud, establece la prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación, mantenimiento y entretenimiento propios de los trabajos y oficios que se llevarán a cabo durante la construcción de esta obra.

1.2. Identificación de los autores del estudio

El presente Estudio de Seguridad y Salud es redactado y firmado por Adrián Laplaza Masnou.

1.3. Obligatoriedad del estudio de seguridad y salud

El Estudio de Seguridad y Salud del presente proyecto ha de redactarse, al concurrir el supuesto a) del Art. 4.1 del RD 1.337/2010:

a) Que el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto sea igual o superior a 450.759 euros.

b) Que la duración estimada sea superior a 30 días laborables, empleándose en algún momento a más de 20 trabajadores simultáneamente.

Plazo de ejecución previsto: 140 días.

Nº de trabajadores previsto que trabajen simultáneamente: 6 trabajadores.

En este apartado basta que se dé una de las dos circunstancias.

Como se dan varios de los supuestos previstos en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D.337/2010 se redacta el siguiente Estudio de seguridad y salud.

1.4. Características de la obra

1.4.1. Descripción y situación

Las características más destacables de la nave son las siguientes:

- Emplazamiento: Polígono industrial El Saco (Alfajarín)
- Denominación: Proyecto técnico de construcción de una nave metálica para montaje de ascensores
- Projectista: Adrián Laplaza Masnou.
- Coordinador de Seguridad y Salud en fase de proyecto: Adrián Laplaza Masnou.
- Luz: 20 m.
- Superficie: 1600 m²

- Nave principal: 20 x 80
- Altura libre en nave: 9,5 m.
- Correas C 120,3,0 en fachada y laterales, y C 160,2,5 en cubierta.
- Pendiente de la cubierta, a dos aguas: 15%.
- Material de cerramiento: panel tipo sandwich con tapajunta de 30 mm de espesor nominal.
- Dinteles: perfiles IPE 300 e IPE 330.
- Pilares: perfiles IPE 300, IPE 330 y HE 180 B.
- Forjado: perfiles IPE 270
- Arriostramiento: perfiles cuadrados SHS 80x80x4 y tirantillas R18
- Carril puente grúa: perfiles IPE 500

1.4.2. Plan de ejecución de la obra.

Previo a la iniciación de los trabajos en obra, deberá procederse al acondicionamiento y limpieza de la superficie sobre la que se va a acometer la obra. Deberá realizarse el vallado del perímetro de la parcela según planos y antes del inicio de la obra.

Las condiciones del vallado deberán ser:

- Tendrá 2 metros de altura.
- Portón para acceso de vehículos de 4 metros de anchura y puerta independiente para acceso de personal.

Deberá presentar como mínimo la señalización de:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Cartel de obra.

Realización de una caseta para acometida general en la que se tendrá en cuenta el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Paso de acometidas de suministro eléctrico y de abastecimiento de agua y tuberías(saneamiento).

Ejecución de la obra: cimentación, montaje de la estructura, cerramientos, cubiertas y bajantes, soldado.

Trabajos de albañilería: colocación de tabiques de pladur y falsos techos, pintado de las paredes, alicatado de baños y vestuarios y soldado con gres de vestuarios, baños y oficinas.

Instalación eléctrica de derivaciones, regletas, enchufes.

Trabajos de fontanería como la instalación de baños.

Trabajos de carpintería y cerrajería como la colocación de puertas y ventanas y colocación de mobiliario de oficina, vestuarios y aseos.

Instalación de protección contra incendios, colocación de alarmas, extintores y señales.

1.4.3. Presupuesto, plazo de ejecución y mano de obra

El Presupuesto a la cantidad de 616.482,69 €.

El plazo de ejecución previsto es de 7 meses.

El personal de construcción podrá oscilar en el curso de la ejecución de los trabajos entre un máximo de 10 personas y un mínimo de 3 simultáneamente.

1.4.4. Fases de la obra de interés prevención

- Excavación y movimiento de tierras
- Cimentación
- Estructura metálica
- Cubierta
- Cerramientos
- Instalación de protección contra incendios, fontanería y bajantes.

1.5. Riesgos

1.5.1. Riesgos profesionales

Excavación y movimiento de tierras

- Atropellos y colisiones.
- Vuelcos de vehículos y máquinas.
- Desprendimientos.
- Caídas de personas al mismo y a distinto nivel.
- Polvo.
- Ruidos.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.

Cimentación

- Desplome de tierras.
- Deslizamiento de la coronación de los pozos de cimentación.
- Caída de personas desde el borde de los pozos.
- Dermatitis por contacto con el hormigón.

- Lesiones por heridas punzantes en manos y pies.
- Electrocución.

Estructura metálica

- Desprendimientos por mal apilado de la madera.
- Golpes en las manos durante la clavazón.
- Vuelcos de los paquetes de madera (tablones, tableros, puntales, correas, soportes, etc.), durante las maniobras de izado a las plantas.
- Caída de madera al vacío durante las operaciones de desencofrado.
- Caída de personas por el borde o huecos del forjado.
- Caída de personas al mismo nivel.
- Cortes al utilizar las sierras de mano.
- Cortes al utilizar la sierra circular de mesa.
- Pisadas sobre objetos punzantes.
- Electrocución por anulación de tomas de tierra de maquinaria eléctrica.
- Sobreesfuerzos por posturas inadecuadas.
- Golpes en general por objetos.
- Dermatitis por contactos con el cemento.
- Los derivados de trabajos sobre superficies mojadas.

Cerramientos

- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de objetos sobre las personas.
- Golpes contra objetos.
- Cortes por el manejo de objetos y herramientas manuales.
- Dermatitis por contactos con el cemento.
- Partículas en los ojos.
- Cortes por utilización de máquinas-herramienta.
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos, (cortando ladrillos, por ejemplo).
- Sobreesfuerzos.
- Electrocución.
- Atrapamientos por los medios de elevación y transporte.
- Los derivados del uso de medios auxiliares (borriquetas, escaleras, andamios, etc.).
- Otros.

Instalación de protección contra incendios, fontanería y bajantes

- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Cuerpos extraños en ojos.
- Exposición a fuentes luminosas peligrosas.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Pisada sobre objetos punzantes.
- Sobreesfuerzos.

- Caída de personas de altura.

Riesgos meteorológicos

- Por efectos mecánicos del viento: caídas de personas, caídas de objetos desprendidos, desplazamientos de objetos suspendidos por grúas, etc.
- Por efectos de la lluvia o tormentas con aparato eléctrico: deslizamientos de tierras, caídas por pérdidas de equilibrio, electrocución, etc.

1.5.2. Riesgo daños a terceros

Presencia de personas ajenas en el interior de las parcelas de la propiedad:

- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Atropellos.

Salida del personal de las obras a las vías públicas:

- Caídas.
- Atropellos.
- Colisiones de vehículos.

1.6. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en la obra

Identificados en el punto anterior los principales riesgos a que estarán expuestos los trabajadores y, en general, cualquier persona presente en el recinto objeto del presente Proyecto durante la ejecución de las obras e instalaciones proyectadas, se destacarán a continuación las disposiciones mínimas de seguridad y salud que los Contratistas y Subcontratistas estarán obligados a contemplar durante la ejecución de las obras. Para el cumplimiento de las disposiciones que se citan en este punto, deberán observarse, además de lo que aquí se indica, las medidas de protección individual y colectiva que se enumeran en el punto siguiente.

1.6.1. Disposiciones mínimas generales

Las obligaciones previstas en este apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo, y serán de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

1. Estabilidad y solidez

- a) Deberá procurarse, de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.
- b) El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente sólo se autorizará en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

2. Instalaciones de suministro y reparto de energía

- a) La instalación eléctrica provisional de las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en la normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- b) Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- c) El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externos y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

3. Vías y salidas de emergencia

- a) Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad. A este efecto se mantendrán libre de obstáculos las salidas naturales hacia la fachada principal de las parcelas.
- b) En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores, por lo que deberá observarse, escrupulosamente, lo indicado en el punto anterior.
- c) El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso, de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales en cada momento, así como del número máximo de personas que puedan estar presentes en ellos.
- d) Las vías y salidas específicas de emergencia deberán señalizarse conforme al Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.
- f) Las vías y salidas de emergencia, así como las vías de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto, de modo que puedan utilizarse sin trabas en cualquier momento.
- g) En caso de avería del sistema de alumbrado, las vías y salidas de emergencia que requieran iluminación deberán estar equipadas con iluminación de seguridad de suficiente intensidad.

4. Detección y lucha contra incendios

- a) Según las características de la obra y según las dimensiones y el uso de los locales,
- b) Los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales que se hallen presentes así como el número máximo de personas que puedan hallarse en ellos en cada momento, se deberá prever un número suficiente de dispositivos apropiados de lucha contra incendios y, si fuere necesario, de detectores de incendios y de sistemas de alarma.
- c) Dichos dispositivos de lucha contra incendios y sistemas de alarma deberán verificarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse, a intervalos regulares, pruebas y ejercicios adecuados.
- d) Los dispositivos no automáticos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

5. Ventilación

- a) Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, éstos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.
- b) En caso de que se utilice una instalación de ventilación, deberá mantenerse en buen estado de funcionamiento y los trabajadores no deberán estar expuestos a corrientes de aire que perjudiquen su salud. Siempre que sea necesario para la salud de los trabajadores, deberá haber un sistema de control que indique cualquier avería.

6. Exposición a riesgos particulares

- a) Los trabajadores no deberán estar expuestos a niveles sonoros nocivos ni a factores externos nocivos (por ejemplo, gases, vapores, polvo).
- b) En caso de que algunos trabajadores deban penetrar en una zona cuya atmósfera pudiera contener sustancias tóxicas o nocivas, o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, la atmósfera confinada deberá ser controlada y se deberán adoptar medidas adecuadas para prevenir cualquier peligro.
- c) En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá, al menos, quedar bajo vigilancia permanente desde el exterior y deberán tomarse todas las debidas precauciones para que se le pueda prestar auxilio eficaz e inmediato.

7. Temperatura

- a) La temperatura debe ser la adecuada para el organismo humano durante el tiempo de trabajo, cuando las circunstancias lo permitan, teniendo en cuenta los métodos de trabajo que se apliquen y las cargas físicas impuestas a los trabajadores.

8. Iluminación

- a) Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación en la obra deberán disponer, en la medida de lo posible, de suficiente luz natural y tener una iluminación artificial adecuada y suficiente durante la noche y cuando no sea suficiente la luz natural. En su caso, se utilizarán puntos de iluminación portátiles con protección antichoque. El color utilizado para la iluminación, artificial no podrá alterar o influir en la percepción de las señales o paneles de señalización.
- b) Las instalaciones de iluminación de los locales, de los puestos de trabajo y de las vías de circulación deberán estar colocadas de tal manera que el tipo de iluminación previsto no suponga riesgo de accidente para los trabajadores.
- c) Los locales, los lugares de trabajo y las vías de circulación en los que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de intensidad suficiente.

9. Puertas y portones

- a) Las puertas correderas deberán ir provistas de un sistema de seguridad que les impida salirse de los raíles y caerse.
- b) Las puertas y portones que se abran hacia arriba deberán ir provistos de un sistema de seguridad que les impida volver a bajarse.
- c) Las puertas y portones situados en el recorrido de las vías de emergencia deberán estar señalizados de manera adecuada.

- d) En las proximidades inmediatas de los portones destinados sobre todo a la circulación de vehículos deberán existir puertas para la circulación de los peatones, salvo en caso de que el paso sea seguro para éstos. Dichas puertas deberán estar señalizadas de manera claramente visible y permanecer expeditas en todo momento.
- e) Las puertas y portones mecánicos deberán funcionar sin riesgo de accidente para los trabajadores. Deberán poseer dispositivos de parada de emergencia fácilmente identificables y de fácil acceso y también deberán poder abrirse manualmente excepto en caso de producirse una avería en el sistema de energía se abra automáticamente.

10. Vías de circulación y zonas peligrosas

- a) Las vías de circulación, incluidas las escaleras, las escalas fijas y los muelles y rampas de carga deberán estar calculados, situados, acondicionados y preparados para su uso de manera que se puedan utilizar fácilmente, con toda seguridad y conforme al uso al que se les haya destinado y de forma que los trabajadores empleados en las proximidades de estas vías de circulación no corran riesgo alguno.
- b) Las dimensiones de las vías destinadas a la circulación de personas o de mercancías, incluidas aquellas en las que se realicen operaciones de carga y descarga, se calcularán de acuerdo con el número de personas que puedan utilizarlas y con el tipo de actividad.
- c) Cuando se utilicen medios de transporte en las vías de circulación, se deberá prever una distancia de seguridad suficiente o medios de protección adecuados para las demás personas que puedan estar presentes en el recinto. Se señalizarán claramente las vías y se procederá regularmente a su control y mantenimiento.
- d) Las vías de circulación destinadas a los vehículos deberán estar situadas a una distancia suficiente de las puertas, portones, pasos de peatones, corredores y escaleras.
- e) Si en la obra hubiera zonas de acceso limitado, dichas zonas deberán estar equipadas con dispositivos que eviten que los trabajadores no autorizados puedan penetrar en ellas.
- f) Se deberán tomar todas las medidas adecuadas para proteger a los trabajadores que estén autorizados a penetrar en las zonas de peligro. Estas zonas deberán estar señalizadas de modo claramente visible.

11. Muelles y rampas de carga

- a) Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargastransportadas.
- b) Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de cargadeberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

12. Espacio de trabajo

- a) Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que lostrabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades,teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

13. Primeros auxilios

- a) Será responsabilidad del contratista o subcontratista garantizar que los primerosauxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formaciónpara ello. Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin derecibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por unaindisposición repentina. Una señalización claramente visible deberá indicar la direccióny el número de teléfono del servicio local de urgencia.

14. Servicios higiénicos

- a) Cuando los trabajadores tengan que llevar ropa especial de trabajo deberán tener a sudisposición vestuarios adecuados. En este sentido se dispondrá de vestuarios de fácilacceso, con las dimensiones suficientes y con asientos e instalaciones que permitan acada trabajador poner a secar, si fuera necesario, su ropa de trabajo.
 - Cuando las circunstancias lo exijan (por ejemplo, sustancias peligrosas, humedad,suciedad), la ropa de trabajo deberá poder guardarse separada de la ropa de calle y delos efectos personales.
 - Cuando los vestuarios no sean necesarios, en el sentido del párrafo primero de esteapartado, cada trabajador deberá poder disponer de un espacio para colocar su ropa ysus objetos personales bajo llave.
- b) Cuando el tipo de actividad o la salubridad lo requieran, se deberán poner adisposición de los trabajadores duchas apropiadas y en número suficiente.
 - Las duchas deberán tener dimensiones suficientes para permitir que cualquiertrabajador se asee sin obstáculos y en adecuadas condiciones de higiene. Las duchasdeberán disponer de agua corriente, caliente y fría.
 - Cuando, con arreglo al párrafo primero de este apartado, no sean necesarias duchas,deberá haber lavabos suficientes y apropiados con agua corriente, caliente si fuerenecesario, cerca de los puestos de trabajo y de los vestuarios.
 - Si las duchas o los lavabos y los vestuarios estuvieren separados, la comunicacióentre unos y otros deberá ser fácil.
- c) Los trabajadores deberán disponer en las proximidades de sus puestos de trabajo delos locales de descanso, de los vestuarios y de las duchas o lavabos, de localesespeciales equipados con un número suficiente de retretes y de lavabos.
- d) Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes estarán separados para hombres y mujeres,o deberá preverse una utilización por separado de los mismos.
- e) Alternativamente a la ubicación en la obra de los servicios higiénicos a que serefieren los apartados a) a d) anteriores, los contratistas y subcontratistas podránsuscribir contratos de

arrendamiento de los locales ubicados en las naves colindantes para uso por parte de los trabajadores de la obra, en los casos anteriormente mencionados.

15. Locales de descanso o de alojamiento

- a) Cuando lo exijan la seguridad o la salud de los trabajadores, en particular debido al tipo de actividad o el número de trabajadores, y por motivos de alejamiento de la obra, los trabajadores deberán poder disponer de locales de descanso y, en su caso, de locales de alojamiento de fácil acceso.

16. Mujeres embarazadas y madres lactantes

- a) Las mujeres embarazadas y las madres lactantes deberán tener la posibilidad de descansar tumbadas en condiciones adecuadas.

17. Disposiciones varias

- a) Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables. Específicamente se vallará el perímetro de la parcela objeto de ejecución, en cada fase.
- b) En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.
- c) Los trabajadores deberán disponer de instalaciones para poder comer y, en su caso, para preparar sus comidas en condiciones de seguridad y salud.

1.6.2. Disposiciones mínimas en el interior de los locales

Las obligaciones previstas en este apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo, y serán de aplicación en los puestos de trabajo en las obras en el interior de los locales.

1. Estabilidad y solidez

- a) Los locales deberán poseer la estructura y la estabilidad apropiadas a su tipo de utilización.

2. Puertas de emergencia

- a) Las puertas de emergencia deberán abrirse hacia el exterior y no deberán estar cerradas, de tal forma que cualquier persona que necesite utilizarlas en caso de emergencia pueda abrirlas fácilmente e inmediatamente.
- b) Estarán prohibidas como puertas de emergencia las puertas correderas y las puertas giratorias.

3. Ventilación

- a) En caso de que se utilicen instalaciones de aire acondicionado o de ventilación mecánica, éstas deberán funcionar de tal manera que los trabajadores no estén expuestos a corrientes de aire molestas.
- b) Deberá eliminarse con rapidez todo depósito de cualquier tipo de suciedad que pudiera entrañar un riesgo inmediato para la salud de los trabajadores por contaminación del aire que respiran.

4. Temperatura

- a) La temperatura de los locales de descanso, de los locales para el personal de guardia, de los servicios higiénicos, de los comedores y de los locales de primeros auxilios deberá corresponder al uso específico de dichos locales.
- b) Las ventanas y los vanos de iluminación cenital deberán permitir evitar una insolación excesiva, teniendo en cuenta el tipo de trabajo y uso del local.

5. Suelos, paredes y techos de los locales

- a) Los suelos de los locales deberán estar libres de protuberancias, agujeros o planos inclinados peligrosos, y ser fijos, estables y no resbaladizos.
- b) Las superficies de los suelos, las paredes y los techos de los locales se deberán poder limpiar y enlucir para lograr condiciones de higiene adecuadas.

6. Ventanas y vanos de iluminación cenital

- a) Las ventanas, vanos de iluminación cenital y dispositivos de ventilación deberán poder abrirse, cerrarse, ajustarse y fijarse por los trabajadores de manera segura. Cuando estén abiertos, no deberán quedar en posiciones que constituyan un peligro para los trabajadores.
- b) Las ventanas y vanos de iluminación cenital deberán proyectarse integrando los sistemas de limpieza o deberán llevar dispositivos que permitan limpiarlos sin riesgo para los trabajadores que efectúen este trabajo ni para los demás trabajadores que se hallen presentes.

7. Puertas y portones

- a) La posición, el número, los materiales de fabricación y las dimensiones de las puertas y portones se determinarán según el carácter y el uso de los locales.
- b) Las puertas transparentes deberán tener una señalización a la altura de la vista.
- c) Las puertas y los portones que se cierran solos deberán ser transparentes o tener paneles transparentes.
- d) Las superficies transparentes o translúcidas de las puertas o portones que no sean de materiales seguros deberán protegerse contra la rotura cuando ésta pueda suponer un peligro para los trabajadores.

8. Vías de circulación

- a) Para garantizar la protección de los trabajadores, el trazado de las vías de circulación deberá estar claramente marcado en la medida en que lo exijan la utilización y las instalaciones de los locales.

9. Dimensiones y volumen de aire de los locales

- a) Los locales deberán tener una superficie y una altura que permita que los trabajadores lleven a cabo su trabajo sin riesgos para su seguridad, su salud o su bienestar. En este sentido se observarán las disposiciones mínimas de seguridad y salud a que hace referencia el RD 486/1997.

1.6.3. Disposiciones mínimas en el exterior de los locales

Las obligaciones previstas en este apartado se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo, y serán de aplicación en los puestos de trabajo en las obras en el exterior de los locales.

1. Estabilidad y solidez

- a) Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:
 - El número de trabajadores que los ocupen.
 - Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.
 - Los factores externos que pudieran afectarles.
- b) En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberá garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.
- b) Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

2. Caídas de objetos

- a) Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello se utilizarán, siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva expresadas en el punto siguiente de este Estudio.
- b) Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.
- c) Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

3. Caídas de altura

- a) Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- b) Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.
- c) La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

4. Factores atmosféricos

- a) Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

5. Plataformas y escaleras

- a) Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se ajustarán al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.
- b) Las plataformas deberán ser inspeccionadas por una persona competente:
 - Antes de su puesta en servicio.
 - A intervalos regulares en lo sucesivo.
 - Después de cualquier modificación, período de no utilización, exposición a intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad
- c) Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 33/2010, de 19 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

6. Aparatos elevadores

- a) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en las obras, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- b) Los aparatos elevadores y los accesorios de izado, incluidos sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclajes y soportes, deberán:
 - Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.
 - Instalarse y utilizarse correctamente.
 - Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
 - Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.
- c) En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar, de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.
- d) Los aparatos elevadores lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquellos a los que estén destinados.

7. Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales

- a) Los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- b) Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:
 - Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.

- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse correctamente.
- c) Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- d) Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales, según se dispone en el punto siguiente.
- e) Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger al conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

8. Instalaciones, máquinas y equipos

- a) Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquinas y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- b) Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:
 - Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
 - Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
 - Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
 - Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.
- c) Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

9. Movimientos de tierras, excavaciones y pozos

- a) Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución, aunque por las características de las parcelas no son previsible tales peligros.
- b) En las excavaciones, pozos y trabajos subterráneos deberán tomarse las precauciones adecuadas:
 - Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.
 - Para prevenir la irrupción accidental de agua mediante los sistemas o medidas adecuados.
 - Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.
 - Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.
- c) Deberán preverse vías seguras para entrar y salir de la excavación.
- d) Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas, en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

10. Instalaciones de distribución de energía

- a) Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos. A este respecto deberá prestarse especial atención al cuadro eléctrico provisional.
- b) Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.

11. Estructuras metálicas o de hormigón, encofrados y piezas prefabricadas pesadas

- a) Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.
- b) Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.
- c) Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

1.7. Medidas preventivas y protecciones técnicas

1.7.1. Protecciones individuales

Los Contratistas y subcontratistas, deberán atenerse a lo dispuesto en el Real Decreto 337/2010, de 19 de marzo. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual". B.O.E. de 12 de junio de 1997, en lo que se refiere a la elección, disposición y mantenimiento de los equipos de protección individual de que deberán estar provistos los trabajadores, cuando existan riesgos que no han podido evitarse o limitarse suficientemente por los medios de protección colectiva que se indican en el punto siguiente, o mediante los métodos y procedimientos de organización de trabajo señalados en el punto anterior.

En la presente obra, se atenderá especialmente a:

Protección de cabezas

- Cascos: para todas las personas que participan en la obra, incluso visitantes.
- Gafas contra impactos y antipolvo.
- Mascarillas antipolvo.
- Pantalla contra protección de partículas.
- Gafas de oxígeno.
- Filtros para mascarillas.
- Protectores auditivos.

Protección del cuerpo:

- Cinturones de seguridad, cuya clase se adaptará a los riesgos específicos de cada trabajo.
- Cinturón anti vibratorio.
- Monos o buzos: se tendrán en cuenta las reposiciones a lo largo de la obra, según
- Convenio Colectivo Provincial.
- Trajes de agua. Se prevé un acopio en obra.
- Mandil de cuero.

Protección de extremidades superiores:

- Guantes de goma finos, para albañiles y operarios que trabajen en hormigonado.
- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos.
- Guantes dieléctricos para su utilización en baja tensión.
- Equipo de soldador (guantes y manguitos).

Protección de extremidades inferiores:

- Botas de agua, de acuerdo con MT-27.
- Botas de seguridad clase III (lona y cuero).
- Polainas de soldador.
- Botas dieléctricas.

1.7.2. Protecciones colectivas

Señalización general

La señalización de Seguridad se ajustará a lo dispuesto en el RD 485/1997 de 14 de abril, y en durante la ejecución del presente Proyecto, se dispondrán, al menos:

- Señales de STOP en salidas de vehículos.
- Obligatorio uso de cascos, cinturón de seguridad, gafas, mascarillas, protectores auditivos, botas y guantes, etc.
- Riesgo eléctrico, caída de objetos, caída a distinto nivel, maquinaria en movimiento, cargas suspendidas.
- Entrada y salida de vehículos.
- Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra, prohibido encender fuego, prohibido fumar y prohibido aparcarse.
- Señal informativa de localización de botiquín y extintor, cinta de balizamiento.

Instalación eléctrica cuadro de obra

- Conductor de protección y pica o plaza de puesta a tierra.
- Interruptores diferenciales de 30 mA. de sensibilidad para alumbrado y de 300 mA. para fuerza.

Excavaciones de fosos y zanjas de cimentación

- Protección contra caída a los fosos de vehículos. Topes de desplazamiento de vehículos.
- Protección contra caída a los fosos de personas. Vallas de limitación y protección.
- Protección contra caída de objetos.

Ataludamiento o entibaciones contra el deslizamiento de tierras.

- Limitadores de movimientos de grúas.

Estructura y cubiertas:

- Redes horizontales.

- Vallas de limitación y protección.
- Cables de sujeción de cinturones de seguridad.
- Mallazos resistentes en huecos horizontales.
- Ganchos para reparaciones, conservación y mantenimiento de cubiertas.

Protección contra incendios:

- Se emplearán extintores portátiles y se dispondrá en todo momento de una manguera conectada a la acometida provisional de agua.

1.7.3. Formación

Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo al personal de la obra, según lo dispuesto en la “Ley de Prevención de Riesgos Laborales” y los Reales Decretos que la desarrollan, citados en este Estudio.

1.7.4. Medicina preventiva y primeros auxilios

Botiquín

Se dispondrá de un botiquín en el centro de trabajo con los medios necesarios para efectuar las curas de emergencia en caso de accidente y estará a cargo de él una persona capacitada designada por la empresa constructora. Deberá ser el adecuado en cuanto a características y número de trabajadores.

Contenido mínimo del botiquín:

- 1 frasco, conteniendo agua oxigenada
- 1 frasco, conteniendo alcohol de 96°
- 1 frasco, conteniendo tintura de yodo
- 1 frasco, conteniendo mercurocromo
- 1 frasco, conteniendo amoníaco
- 1 caja conteniendo gasa estéril
- 1 caja conteniendo algodón hidrófilo estéril.
- 1 rollo de esparadrapo
- 1 torniquete
- 1 bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- 1 termómetro clínico.
- 1 caja de apósitos autoadhesivos.
- Antiespasmódicos.
- Analgésicos
- Tónicos cardíacos de urgencia
- Jeringuillas desechables
-

A lo largo de la obra deberá reponerse el contenido del botiquín en al menos una ocasión.

Asistencia a accidentados:

Se deberá informar a la obra del emplazamiento de los diferentes Centros Médicos (Servicios propios, Mutuas Patronales, Mutualidades Laborales, Ambulatorios, etc.), donde debe trasladarse a los accidentados para su más rápido y efectivo tratamiento.

Los lugares del centro asistencial más próximos en caso de accidente son:

- Hospital Royo Villanova
- Centro Salud Alfajarín
- Ambulancias DYA

Es muy conveniente disponer en la obra, y en sitio bien visible, de una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

Reconocimiento médico

Todo el personal que empiece a trabajar en la obra, deberá pasar un reconocimiento médico previo al trabajo.

1.7.5. Prevención de riesgos de daños a terceros

Se señalizará el acceso natural a la obra prohibiéndose el paso a toda persona ajena a la misma sin la debida autorización, colocándose en su caso los cerramientos necesarios.

1.8. Disposiciones legales de aplicación

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre. "Prevención de riesgos laborales". B.O.E. de 10 de noviembre de 1995.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero. "Reglamento de los servicios de prevención". B.O.E. de 31 de enero de 1997
- Real Decreto 1.627/1997, de 24 de octubre. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción". B.O.E. de 25 de octubre de 1997.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril. "Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo". B.O.E. de 23 de abril de 1997.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo". B.O.E. de 23 de abril de 1997.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores". B.O.E. de 23 de abril de 1997.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización". B.O.E. de 23 de abril de 1997.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual". B.O.E. de 12 de junio de 1997.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio. "Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo". B.O.E. de 7 de agosto de 1997.
- Estatuto de los Trabajadores.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción vigente.

1.9. Condiciones de los medios de protección

En todo lo relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo y de protección individual, se observará lo dispuesto en el RD 1215/1997 de 18 de julio y RD 773/1997 de 30 de mayo, respectivamente.

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva tendrán fijado un período de vida útil, desechándose a su término. Cuando por las circunstancias de trabajo se produzca un deterioro más rápido en una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Toda prenda o equipo de protección que haya sufrido un trato límite, es decir, el máximo para el que fue concebido (por ejemplo, por un accidente), será desechado y reemplazado al momento.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holgura o tolerancia de las admitidas por el fabricante, serán repuestas de inmediato.

El uso de una prenda o equipo de protección nunca representará un riesgo en sí mismo.

1.9.1. Protecciones personales

Todo elemento de protección personal se ajustará, además de a los RD citados, a las Normas de Homologación del Ministerio de Trabajo (O.M. 17-5-74, B.O.E. 29-5-74), siempre que exista en el mercado. En los casos en que no exista Norma de Homologación Oficial, serán de calidad adecuada a sus respectivas prestaciones.

1.9.2. Protecciones colectivas

- Vallas: tendrán como mínimo 90 cm de altura, estando construidas a base de tubos metálicos. Dispondrán de patas para mantener la verticalidad.
- Barandillas: rodearán los perímetros excavados, condenando el acceso a las zonas peligrosas. Deberán tener resistencia suficiente para garantizar la retención de las personas.
- Topes de desplazamiento de vehículos: se podrán realizar con un par de tablones fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo, o de cualquier forma eficaz.
- Pasillos de seguridad: podrán realizarse a base de pórticos con pies derechos y dintel a base de tablones firmemente unidos al terreno, y cubierta cuajada de tablones. Estos elementos también podrán ser metálicos (los pórticos a base de tubo o perfiles y la cubierta de chapa). Deberán ser capaces de soportar el impacto de los objetos que se prevean puedan caer, pudiendo incorporar elementos amortiguadores sobre la cubierta (sacos terreros, capa de arena, etc.).
- Redes: serán de poliamida. Sus características generales serán tales que cumplan, con garantía, la función protectora para la que están previstas.
- Cables de sujeción de cinturón de seguridad, anclajes, soportes, soportes de redes: tendrán suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra: la sensibilidad mínima de los interruptores diferenciales será de 30 mA para alumbrado y de 300 mA para fuerza. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice una tensión máxima de 24 V, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial. Se medirá su resistencia periódicamente y al menos, en la época más seca del año.

1.10. Plan de seguridad y salud. obligaciones de contratistas y subcontratistas

Los Contratistas y Subcontratistas estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la
- “Ley de Prevención de Riesgos Laborales”, en particular a desarrollar las tareas o actividades indicadas en el artículo 10 del RD 1627/1997 de 24 de octubre.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud confeccionado a partir de este Estudio.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o, en su caso, de la Dirección Facultativa.

1.11. Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajo o en su caso, de la totalidad de la obra. Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de Zaragoza. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

2. Pliego de condiciones

El objeto de este Pliego de Condiciones es fijar condiciones generales y Particulares por las que se desarrollarán los trabajos y se utilizarán las dotaciones de Seguridad y Salud.

2.1. Introducción

El Contratista o constructor principal se someterá al criterio y juicio de la Dirección Facultativa o de la Coordinación de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras.

El Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras será el responsable del seguimiento y cumplimiento del Plan de Seguridad, de acuerdo con lo establecido en el Real Decreto 1627/97, siendo su actuación independiente de la Dirección Facultativa propia de la obra, pudiendo recaer no obstante ambas funciones en un mismo Técnico. A dicho Técnico le corresponderá realizar la interpretación técnica y económica del Plan de Seguridad, así como establecer las medidas necesarias para su desarrollo, (las adaptaciones, detalles complementarios y modificaciones precisas). Cualquier alteración o modificación de lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud, sin previa autorización escrita de la Dirección Facultativa o la coordinación en materia de seguridad y salud en fase de ejecución de las obras, podrá ser objeto de demolición si ésta lo estima conveniente. La Dirección Facultativa o el coordinador tantas veces citado, resolverá todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de los materiales y ejecución de unidades, prestando la asistencia necesaria e inspeccionando el desarrollo de las mismas.

2.2. Libro de incidencias

El Libro de incidencias de acuerdo con el artículo 13 del Real Decreto 1627/97 existirá en cada centro de trabajo, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Este libro será facilitado por:

- El Colegio Profesional al que pertenezca el Técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.
- La oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones Públicas.

El libro de Incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la Dirección Facultativa. A dicho libro tendrán acceso la Dirección Facultativa de la obra, los Contratistas, Subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materias de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones Públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con el control y seguimiento del Plan de Seguridad.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la Dirección Facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de 24 horas, una copia a la Inspección de Trabajo y S.S. de Zaragoza. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. Delegado Prevención - Comité de Seguridad y Salud, de acuerdo con la Ley 31/1.995 de 8 de Noviembre, Prevención de Riesgos Laborales, que entró en vigor el 11/02/96, Art. 35, se designarán por y entre los representantes de los trabajadores, Delegados de Prevención cuyo número estará en relación directa con el de trabajadores ocupados simultáneamente en la obra y cuyas competencias y facultades serán las recogidas en el Art. 36 de la mencionada Ley.

2.3. Obligaciones de las partes

2.3.1. Obligaciones del promotor

El promotor abonará a la Empresa Constructora, previa certificación de la Dirección Facultativa de Seguridad o del coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de las obras, las partidas incluidas en el documento Presupuesto del Plan de Seguridad. Si se implantasen elementos de seguridad incluidos en el Presupuesto durante la realización de obra, estos se abonarán igualmente a la Empresa Constructora, previa autorización de la Dirección Facultativa o del Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras.

2.3.2. Obligaciones contratista

La Empresa Constructora viene obligada a cumplir las directrices contenidas en el Plan de Seguridad y Salud coherente con los sistemas de ejecución que se van a emplear. El Plan de Seguridad e Higiene ha de contar con aprobación de la Dirección Facultativa o del Coordinador de Seguridad y Salud y será previo al comienzo de la obra. El Plan de seguridad y salud de la obra se atenderá en lo posible al contenido del presente Estudio de Seguridad y Salud. Los medios de protección personal, estarán

homologados por el organismo competente. Caso de no existir éstos en el mercado, se emplearán los más adecuados bajo el criterio del Comité de Seguridad e Higiene, con el visto bueno de Dirección Facultativa o Coordinador de Seguridad y Salud. La Empresa Constructora cumplirá las estipulaciones preceptivas del Estudio de Seguridad y Salud y del Plan de Seguridad y Salud, respondiendo solidariamente de los daños que se deriven de la infracción del mismo por su parte, o de los posibles subcontratistas y empleados.

Coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución, La Dirección Facultativa o el Coordinador de Seguridad y Salud considerará el Estudio de Seguridad como parte integrante de la ejecución de la obra correspondiéndole el control y la supervisión de la ejecución del Plan de Seguridad y Salud, autorizando previamente cualquier modificación de éste, dejando constancia escrita en el Libro de Incidencias.

Periódicamente, según lo pactado, se realizarán las pertinentes certificaciones del Presupuesto de Seguridad, poniendo en conocimiento del Promotor y de los organismos competentes el incumplimiento, por parte de la Empresa Constructora, de las medidas de Seguridad contenidas en el Plan de Seguridad.

La Contrata realizará una lista de personal, detallando los nombres de los trabajadores que perteneciendo a su plantilla van a desempeñar los trabajos contratados, indicándolos números de afiliación a la Seguridad Social. Dicha lista debe ser acompañada con la fotocopia de la matriz individual del talonario de cotización al Régimen Especial de Trabajadores Autónomos de la Seguridad Social; o en su defecto fotocopia de la inscripción en el libro de matrícula para el resto de las sociedades. Asimismo, se comunicarán, posteriormente, todas las altas y bajas que se produzcan de acuerdo con el procedimiento anteriormente indicado. También se presentarán fotocopia de los ejemplares oficiales de los impresos de liquidación TC1 y TC2 del Instituto Nacional de la Seguridad Social. Esta documentación se presentará mensualmente antes del día 10.

2.3.3. Obligaciones trabajadores

De acuerdo con el artículo 29 de la Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, los trabajadores tendrán las obligaciones siguientes, en materia de prevención de riesgos:

- a) Corresponde a cada trabajador velar, según sus posibilidades y mediante el cumplimiento de las medidas de prevención que en cada caso sean adoptadas, por su propia seguridad y salud en el trabajo y por la de aquellas otras personas a las que pueda afectar su actividad profesional, a causa de sus actos y omisiones en el trabajo, de conformidad con su formación y las instrucciones del empresario.
- b) Los trabajadores, con arreglo a su formación y siguiendo las instrucciones del empresario, deberán en particular:
 - Usar adecuadamente, de acuerdo con la naturaleza de los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad.
 - Utilizar correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario, de acuerdo con las instrucciones recibidas de éste.
 - No poner fuera de funcionamiento y utilizar correctamente los dispositivos de seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar.
 - Informar de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores asignados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención,

acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivosrazonables, un riesgo para la seguridad y salud de los trabajadores.

- Contribuir al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo.
 - Cooperar con el empresario para que éste pueda garantizar unas condiciones de trabajo que sean seguras y no entrañen riesgos para la seguridad y la salud de los Trabajadores.
- c) El incumplimiento por los trabajadores de las obligaciones en materia de prevención de riesgos a que se refieren los apartados anteriores tendrá la consideración de incumplimiento laboral a los efectos previstos en el artículo 58.1 del Estatuto de los Trabajadores o de falta, en su caso, conforme a lo establecido en la correspondiente normativa sobre régimen disciplinario de los funcionarios públicos y del personal estatutario al servicio de la: Administraciones Públicas.

Lo dispuesto en este apartado será igualmente aplicable a los socios de las cooperativas cuya actividad consista en la prestación de su trabajo, con las precisiones que se establezcan en sus Reglamentos de Régimen Interno.

2.4. Naturaleza técnica

2.4.1. Materiales

Se definen en este apartado las condiciones técnicas que han de cumplir los diversos materiales y medios auxiliares que deberán emplearse, de acuerdo con las prescripciones del presente Estudio de Seguridad en las tareas de Prevención durante la ejecución de la obra.

Con carácter general todos los materiales y medios auxiliares cumplirán obligatoriamente las especificaciones contenidas en el Pliego General de Condiciones Varias de la Edificación que le sean aplicables con carácter específico, las protecciones personales y colectivas y las normas de higiene y bienestar, que regirán en la ejecución de la obra, serán las siguientes.

2.4.1.1. Condiciones de los medios de protección

Todas las prendas de protección personal o elementos de protección colectiva, tienen fijada una vida útil, desechándose a su término. Si se produjera un deterioro más rápido del previsto en principio en una determinada protección, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista.

Toda protección que haya sufrido un deterioro, por la razón que fuere, será rechazada al momento y sustituida por una nueva. Aquellos medios que por su uso hayan adquirido holguras o desgastes superiores a los admitidos por el fabricante, serán repuestos inmediatamente. El uso de una prenda o equipo de protección nunca deberá representar un riesgo en sí mismo.

2.4.1.2. Equipos de protección individual

El equipo de protección individual, de acuerdo con el artículo 2 del R.D. 773/97 es cualquier equipo destinado a ser llevado o sujetado por el trabajador para que le proteja de uno o varios riesgos que puedan amenazar su seguridad o su salud, así como cualquier complemento o accesorio destinado a tal fin, excluyéndose expresamente la ropa de trabajo corriente que no esté específicamente destinada a proteger la salud o la integridad física del trabajador, así como los equipos de socorro y salvamento.

Una condición que obligatoriamente cumplirán estas protecciones personales es que contarán con la Certificación "CE", R.D. 1407/1992, de 20 de Noviembre.

Deberán utilizarse cuando existan riesgos para la seguridad o salud de los trabajadores que no hayan podido evitarse o limitarse suficientemente por medios técnicos de protección colectiva o mediante medidas, métodos o procedimientos de organización del trabajo.

2.4.1.3. Protecciones colectivas

En su conjunto son las más importantes y se emplean acordes a las distintas unidades o trabajos a ejecutar. También en ellas podemos distinguir unas de aplicación general, es decir, que tienen o deben tener presencia durante toda obra (cimientos, señalización, instalación eléctrica, Extintores, etc.) y otras que se emplean sólo en determinados trabajos: andamios, barandillas, redes, vallas, etc.

- Vallas de protección: Estarán construidas a base de tubos metálicos, teniendo como mínimo 90 cm. de altura dispondrán de patas para mantener su verticalidad.
- Marquesinas de seguridad: Tendrán el vuelo y la resistencia adecuados para soportar, el impacto de los materiales y su proyección hacia el exterior.
- Mallas tupidas en andamios: Tendrán la resistencia suficiente para resistir el esfuerzo del viento, impidiendo asimismo la proyección de partículas y materiales.
- Barandillas: Las barandillas rodearán el perímetro de la planta desencofrada debiendo estar condenado el acceso a otras por, el interior de las escaleras. Deberán tener la suficiente resistencia para garantizar la retención de personas.
- Escaleras de mano: Deberán ir provistas de zapatas antideslizantes.
- Plataformas voladas: Tendrán la suficiente resistencia para la carga que deban soportar, estarán convenientemente ancladas y dotadas de barandillas. Cables de sujeción de cinturón de seguridad, sus anclajes y soportes. Han de tener la suficiente resistencia para soportarlos esfuerzos a que puedan ser sometidos de acuerdo con su función protectora.
- Redes: Serán de poliamida y sus dimensiones principales serán tales que cumplan con garantía la función protectora para la que están previstas.
- Pórticos limitadores de galibos: El dintel estará debidamente señalizado de forma que llame la atención. Se colocarán carteles a ambos lados del pórtico anunciando dicha limitación de altura.
- Señales: Estarán de acuerdo con la normativa vigente.
- Interruptores diferenciales y tomas de tierra: La sensibilidad mínima de los interruptores diferencial será para alumbrado de 30mA y para fuerza de 300 mA. La resistencia de las tomas de tierra no será superior a la que garantice, de acuerdo con la sensibilidad del interruptor diferencial, una tensión máxima de contacto de 24 V. Se medirá su resistencia de forma periódica.
- Extintores: Serán adecuados en agente extintor y tamaño al tipo incendio previsible y se revisarán seis meses como máximo.
- Botiquín: Los lugares de trabajo dispondrán de material para primeros auxilios en caso de accidente, que deberá ser adecuado, en cuanto a su cantidad y características, al número de trabajadores, a los riesgos a los que estén expuestos y a las facilidades de acceso al centro de asistencia médica más próximo, según se define en el Anexo VI del R.D. 486/97 de Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
Se dispondrá además de un botiquín portátil que contenga desinfectantes y antisépticos autorizados, gasas estériles, algodón hidrófilo, vendas, esparadrapo, apósitos adhesivos, tijeras, pinzas y guantes desechables. Este material se revisará periódicamente y se irá reponiendo en cuanto caduque o se utilice.
- Instalaciones de Higiene y Bienestar: Los vestuarios, duchas, lavabos y retretes se dispondrán en los términos en que se expresa el Anexo V del mencionado R.D. 486/97.

Vestuarios

Se instalará una caseta prefabricada aislada de una superficie mínima, de 28m² para vestuarios del personal que contarán además de:

- Instalación eléctrica para una tensión monofásica de 220 V con toma de tierra.
- Plafones para iluminación y enchufes para una potencia de 1500 W.
- A la caseta se la proveerá:
- Una taquilla guardarropa por cada trabajador.
- Dos perchas por cada trabajador.
- Un radiador (o estufa) de 1000W.
- Un recipiente para recogida de basura.
- Una acometida eléctrica.
- Dos bancos de madera con capacidad para 5 personas.

Aseos

Se instalará una caseta prefabricada aislada de una superficie mínima de 14m² para aseo que contenga como mínimo:

- Un termo eléctrico de 50 litros de capacidad, con instalación eléctrica para corriente monofásica de 220 V protegida con interruptor automático.
- Dos lavabos.
- Dos duchas.
- Dos inodoros.
- Tuberías resistentes a las incrustaciones, al hielo y a la corrosión.
- Plafones para iluminación.
- En la caseta de aseos se instalará:
- Un recipiente para recogida de basuras.
- Un espejo de dimensiones mínimas 40 x 50 cm.
- Jaboneras o dosificadores de jabón.
- Toalleros o secadores automáticos.
- Se dispondrá del personal necesario para la limpieza y conservación de estos locales con las condiciones higiénicas exigibles.

2.4.1.4. Cuadro de control

Se redactará primeramente un cuadro esquemático de Control a efectos de seguimiento del Plan de Seguridad que deberá rellenarse periódicamente. Para cumplimentarlo deberá poner una "x" a la derecha de cada especificación cuando existan deficiencias en el concepto correspondiente haciendo un resumen final en que se indique el número de deficiencias observadas sobre el número total de conceptos examinados.

2.4.1.5. Partes de accidentes y deficiencias

Contará, al menos, con los datos siguientes:

- Identificación de la obra.
- Día, mes y año en que se ha producido el accidente.
- Hora de producción de accidente.
- Nombre del accidentado.
- Categoría personal y oficio del accidentado.
- Lugar (tajo) en el que se produjo el accidente.
- Causas del accidente.
- Importancia aparente del accidente.
- Posible especificación sobre fallos humanos. Lugar, persona y forma de producirse la primera cura (Médico, practicante, socorrista, personal de obra).
- Lugar de traslado para hospitalización.
- Testigos del accidente (verificación nominal versiones de los mismos)

Como complemento de esta parte se emitirá un informe que contenga:

- Explicaciones sobre cómo se hubiera podido evitar el accidente.
- Ordenes inmediatas para ejecutar.
-

Parte de deficiencias:

- Que deberá contar con los datos siguientes:
- Identificación de la obra.
- Fecha en que se ha producido la observación.
- Lugar (tajo) en el que se ha hecho la observación.
- Informe sobre la deficiencia observada.
- Estudio de mejora de la deficiencia en cuestión.

2.5. Naturaleza legal

2.5.1. Disposiciones legales

Independientemente de la legislación que se referencia en otro apartado de este Estudio de Seguridad y Salud, habrá que estar a lo dispuesto en la legislación siguiente:

REGULACION DE LA JORNADA DE TRABAJO Y DESCANSOS.

R.D. 1561/1995 de 21 Septiembre y R.D. 2001/1983 de 28 Julio.

ESTABLECIMIENTO DE MODELOS DE NOTIFICACION DE ACCIDENTES DE TRABAJO (O.M. 16 Diciembre 1987, B.O.E. 29 Diciembre 1987).

2.5.1.1. Instalaciones eléctricas

REGLAMENTO DE LINEAS AEREAS DE ALTA TENSION: Real Decreto 223/2008

REGLAMENTO ELECTROTECNICO PARA BAJA TENSION: Real Decreto 842/2002

REGLAMENTO DE APARATOS DE ELEVACION Y MANUTENCION DE LOS MISMOS: R.D.2291/1985

CERTIFICACION "CE" DE EQUIPOS DE PROTECCION PERSONAL PARATRABAJADORES: R.D.
1407/1992

CONVENIOS COLECTIVOS DE LA CONSTRUCCION VIGENTE

2.5.1.2. Seguros

Deberá contarse con Seguros de Responsabilidad Civil y de otros Riesgos que cubrantanto los daños causados a terceras personas por accidentes imputables a las mismas o a las personas de las que deben responder, como les daños propios de su actividad como Constructoras.

3. PRESUPUESTO

3.1. Presupuesto parcial: PROTECCIONES INDIVIDUALES EPI CABEZA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|--|----|--|--------------|-------------|--------------|
| 1.1 | Ud | Casco de seguridad con arnés de adaptación, homologado. Certificado CE. s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 5,000 | 2,06 | 10,30 |
| 1.2 | Ud | Pantalla manual de seguridad para soldador, con fijación en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 1,000 | 1,65 | 1,65 |
| 1.3 | Ud | Pantalla para protección contra partículas, con sujeción en cabeza, (amortizable en 5 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 1,000 | 1,06 | 1,06 |
| 1.4 | Ud | Gafas protectoras contra impactos, incolores, homologadas, (amortizables en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 5,000 | 0,69 | 3,45 |
| 1.5 | Ud | Semi-mascarilla antipolvo un filtro, (amortizable en 3 usos). Certificado CE. s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 5,000 | 2,33 | 11,65 |
| 1.6 | Ud | Juego de tapones antiruido de silicona ajustables. Certificado CE. s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 5,000 | 1,02 | 5,10 |
| Total presupuesto parcial nº 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES EPI CABEZA : | | | | | 33,21 |

3.2. Presupuesto parcial: PROTECCIONES INDIVIDUALES EPI CUERPO

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|--|----|---|--------------|--------------|---------------|
| 2.1 | Ud | Cinturón de seguridad de sujeción, homologado, (amortizable en 4 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 2,000 | 4,64 | 9,28 |
| 2.2 | Ud | Peto reflectante de seguridad personal en colores amarillo y rojo, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 5,000 | 2,40 | 12,00 |
| 2.3 | Ud | Mandil de cuero para soldador, (amortizable en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 1,000 | 4,44 | 4,44 |
| 2.4 | Ud | Traje impermeable de trabajo, 2 piezas de PVC. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 5,000 | 6,18 | 30,90 |
| 2.5 | Ud | Mono de trabajo de una pieza de poliéster-algodón. Amortizable en un uso. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 5,000 | 11,33 | 56,65 |
| 2.6 | Ud | Dispositivo anticaídas recomendado para trabajos en la vertical, cierre y apertura de doble seguridad, deslizamiento y bloqueos automáticos, equipado con una cuerda de nylon de 20 m., mosquetón para amarre del cinturón y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE, (amortizable en 5 obras); s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 1,000 | 16,48 | 16,48 |
| 2.7 | Ud | Dispositivo anticaídas recomendado para trabajos en pendiente con amarre fijo, cierre y apertura de doble seguridad, deslizamiento manual y bloqueo automático, equipado con una cuerda de nylon de 20 m., mosquetón para amarre del cinturón y elementos metálicos de acero inoxidable, homologado CE, (amortizable en 5 obras); s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 1,000 | 16,48 | 16,48 |
| Total presupuesto parcial nº 2 PROTECCIONES INDIVIDUALES EPI CUERPO : | | | | | 146,23 |

3.3. Presupuesto parcial: PROTECCIONES INDIVIDUALES EXTR.SUPERIORES

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|---|----|---|--------------|-------------|--------------|
| 3.1 | Ud | Par guantes de goma látex-anticorte. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 5,000 | 1,85 | 9,25 |
| 3.2 | Ud | Par de guantes de uso general de piel de vacuno. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 5,000 | 3,09 | 15,45 |
| 3.3 | Ud | Par de guantes aislantes para protección de contacto eléctrico en tensión hasta 5.000 V., (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 2,000 | 9,54 | 19,08 |
| 3.4 | Ud | Par de guantes para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 2,000 | 1,99 | 3,98 |
| Total presupuesto parcial nº 3 PROTECCIONES INDIVIDUALES EXTR.SUPERIORES : | | | | | 47,76 |

3.4. Presupuesto parcial: PROTECCIONES INDIVIDUALES EXTR.INFERIORES

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|---|----|--|--------------|-------------|--------------|
| 4.1 | Ud | Par de botas altas de agua. Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 5,000 | 6,18 | 30,90 |
| 4.2 | Ud | Par de botas de seguridad con puntera metálica para refuerzo y plantillas de acero flexibles, para riesgos de perforación, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 5,000 | 6,17 | 30,85 |
| 4.3 | Ud | Par de botas aislantes para electricista hasta 5.000 V. de tensión, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 2,000 | 8,90 | 17,80 |
| 4.4 | Ud | Par de polainas para soldador, (amortizables en 3 usos). Certificado CE; s/ R.D. 773/97. | | | |
| | | Total ud | 2,000 | 2,22 | 4,44 |
| Total presupuesto parcial nº 4 PROTECCIONES INDIVIDUALES EXTR.INFERIORES : | | | | | 83,99 |

3.5. Presupuesto parcial: PROTECCIONES COLECTIVAS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|---|----|---|---------------|--------------|---------------|
| 5.1 | M. | Valla metálica prefabricada de 2,00 m. de altura y 1 mm. de espesor, con protección de intemperie con chapa ciega y soporte del mismo material tipo omega, separados cada 2 m., considerando 5 usos, incluso p.p. de apertura de pozos, hormigón H-10/B/40, montaje y desmontaje. s/ R.D. 486/97. | | | |
| | | Total m.: | 15,000 | 12,25 | 183,75 |
| 5.2 | M. | Barandilla de protección de perímetros de forjados, compuesta por guardacuerpos metálico cada 2,5 m. (amortizable en 8 usos), fijado por apriete al forjado, pasamanos y travesaño intermedio formado por tubo 50 mm. (amortizable en 10 usos), pintado en amarillo y negro, y rodapié de 15x5 cm. (amortizable en 3 usos), para aberturas corridas, incluso colocación y desmontaje. s/ R.D. 486/97. | | | |
| | | Total m.: | 15,000 | 5,73 | 85,95 |
| 5.3 | M. | Malla de polietileno alta densidad con tratamiento antiultravioleta, color naranja de 1 m. de altura, tipo stopper, i/colocación y desmontaje, amortizable en tres usos. s/ R.D. 486/97. | | | |
| | | Total m.: | 15,000 | 1,29 | 19,35 |
| 5.4 | M. | Pasarela para paso sobre zanjas formada por tres tablones de 20x7 cm. cosidos a clavazón y doble barandilla formada por pasamanos de madera de 20x5, rodapié y travesaño intermedio de 15x5 cm., sujetos con pies derechos de madera cada 1 m. incluso colocación y desmontaje (amortizable en 3 usos). s/ R.D. 486/97. | | | |
| | | Total m.: | 15,000 | 11,10 | 166,50 |
| 5.5 | M. | Andamio de protección para pasos peatonales formado por pórticos de 1 m. de ancho y 4 m. de altura, arriostrados cada 2,5 m., con plataforma y plinto de madera, i/montaje y desmontaje s/ R.D. 486/97. | | | |
| | | Total m.: | 15,000 | 11,96 | 179,40 |
| Total presupuesto parcial nº 5 PROTECCIONES COLECTIVAS : | | | | | 634,95 |

3.6. Presupuesto parcial: SEÑALIZACIÓN

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|--|----|--|--------------|--------------|---------------|
| 6.1 | Ud | Señal de seguridad triangular de L=70 cm., normalizada, con trípode tubular, amortizable en cinco usos, i/colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97. | | | |
| | | Total ud | 4,000 | 19,19 | 76,76 |
| 6.2 | Ud | Señal de stop, tipo octogonal de D=60 cm., normalizada, con soporte de acero galvanizado de 80x40x2 mm. y 2 m. de altura, amortizable en cinco usos, i/p.p. de apertura de pozo, hormigonado H-10/B/40, colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97. | | | |
| | | Total ud | 2,000 | 22,18 | 44,36 |
| 6.3 | Ud | Señal de tráfico pintada sobre bolsa de plástico (amortizable en un uso) montada sobre bastidor metálico (amortizable en tres usos) i/colocación y desmontaje. s/ R.D. 485/97. | | | |
| | | Total ud | 2,000 | 11,41 | 22,82 |
| Total presupuesto parcial nº 6 SEÑALIZACIÓN : | | | | | 143,94 |

3.7. Presupuesto parcial: INST.ELÉCTRICA CUADRO DE OBRA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|---|----|---|--------------|---------------|---------------|
| 7.1 | Ud | Toma de tierra para una resistencia de tierra $R \leq 80$ Ohmios y una resistividad $R=100$ Oh.m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 38x38x30 cm., tapa de hormigón armado, tubo de PVC de D=75 mm., electrodo de acero cobrizado 14,3 mm. y 100 cm., de profundidad hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm ² ., con abrazadera a la pica, totalmente instalado. MI BT 039. | | | |
| | | Total ud: | 1,000 | 93,17 | 93,17 |
| 7.2 | Ud | Cuadro general de mandos y protección de obra para una potencia máxima de 15 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 80x60 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x40 A., interruptor automático diferencial de 4x40 A. 300 mA., un interruptor automático magnetotérmico de 4x30 A., y 5 interruptores automáticos magnetotérmicos de 2x25 A., incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior de 80 Ohmios, totalmente instalado, (amortizable en 4 obras). s/ R.D. 486/97. | | | |
| | | Total ud: | 1,000 | 155,54 | 155,54 |
| Total presupuesto parcial nº 7 INST.ELÉCTRICA CUADRO DE OBRA : | | | | | 248,71 |

3.8. Presupuesto parcial: EXTINCIÓN DE INCENDIOS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|--|----|---|----------|--------|---------------|
| 8.1 | Ud | Extintor de polvo químico ABC polivalente antibrasa de eficacia 34A/233B, de 6 kg. de agente extintor, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor. Medida la unidad instalada. s/ R.D. 486/97. | | | |
| | | Total ud: | 3,000 | 48,67 | 146,01 |
| Total presupuesto parcial nº 8 EXTINCIÓN DE INCENDIOS : | | | | | 146,01 |

3.9. Presupuesto parcial: INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|--|----------|---|--------------|---------------|---------------|
| 9.1 10.1 | Ms Ud | Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para aseos en obra de 4,00x2,44x2,30 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, tres placas de ducha y piletta de tres grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenólica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97. | | | |
| Total ms | | | 1,000 | 248,10 | 248,10 |
| 9.2 | Ms | Mes de alquiler (min. 12 meses) de caseta prefabricada para un despacho de oficina y un aseo con inodoro y lavabo de 6,00x2,44x2,30 m. de 14,60 m2. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido autoextinguible, interior con tablero melaminado en color. Cubierta en arco de chapa galvanizada ondulada reforzada con perfil de acero; fibra de vidrio de 60 mm., interior con tablex lacado. Suelo de aglomerado revestido con PVC continuo de 2 mm., y poliestireno de 50 mm. con apoyo en base de chapa galvanizada de sección trapezoidal. Puerta de 0,8x2 m., de chapa galvanizada de 1 mm., reforzada y con poliestireno de 20 mm., picaporte y cerradura. Ventana aluminio anodizado corredera, contraventana de acero galvanizado. Instalación eléctrica 220 V., toma de tierra, automático, 2 fluorescentes de 40 W., enchufes para 1500 W. y punto luz exterior de 60 W. Con transporte a 50 km.(ida). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97. | | | |
| Total ms | | | 1,000 | 289,30 | 289,30 |
| 9.3 | Ud | Botiquín de urgencia para obra con contenidos mínimos obligatorios, colocado. | | | |
| Total ud | | | 1,000 | 83,89 | 83,89 |
| 9.4 | Ud | Banco de madera con capacidad para 5 personas, (amortizable en 2 usos). | | | |
| Total ud | | | 1,000 | 51,94 | 51,94 |
| 9.5 | Ud | Convector eléctrico mural de 1000 W. totalmente instalado. (amortizable en 5 usos). | | | |
| Total ud | | | 1,000 | 6,79 | 6,79 |
| 9.6 | Ud | Cubo para recogida de basuras. (amortizable en 2 usos). | | | |
| Total ud | | | 1,000 | 28,26 | 28,26 |
| 9.7 | Ud | Percha para aseos o duchas en aseos de obra, colocada. | | | |
| Total ud | | | 2,000 | 4,84 | 9,68 |
| Total presupuesto parcial nº 9 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR : | | | | | 717,96 |

3.10. Presupuesto parcial: FORMACIÓN, CONSERVACIÓN E HIGIENE

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|----|----|-------------|----------|--------|---------|
|----|----|-------------|----------|--------|---------|

| | | | | | |
|---|----|---|--------------|--------------|---------------|
| | | Total ud: | 3,000 | 80,06 | 240,18 |
| 10.2 | Ud | Costo mensual de limpieza y desinfección de casetas de obra, considerando dos horas a la semana un peón ordinario. Art 32 y 42. | | | |
| | | Total ud: | 3,000 | 77,19 | 231,57 |
| 10.3 | Ud | Costo mensual de formación de seguridad y salud en el trabajo, considerando una hora a la semana y realizada por un encargado. | | | |
| | | Total ud: | 3,000 | 42,65 | 127,95 |
| 10.4 | Ud | Vigilancia de la salud obligatoria anual por trabajador que incluye: Planificación de la vigilancia de la salud; análisis de los accidentes de trabajo; análisis de las enfermedades profesionales; análisis de las enfermedades comunes; análisis de los resultados de la vigilancia de la salud; análisis de los riesgos que puedan afectar a trabajadores sensibles (embarazadas, postparto, discapacitados, menores, etc. (Art. 37.3 g del Reglamento de los Servicios de Prevención); formación de los trabajadores en primeros auxilios; asesoramiento al empresario acerca de la vigilancia de la salud; elaboración de informes, recomendaciones, medidas sanitarias preventivas, estudios estadísticos, epidemiológicos, memoria anual del estado de salud (Art. 23 d y e de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales); colaboración con el sistema nacional de salud en materias como campañas preventivas, estudios epidemiológicos y reporte de la documentación requerida por dichos organismos (Art. 38 del Reglamento de los Servicios de Prevención y Art. 21 de la ley 14/86 General de Sanidad); sin incluir el reconocimiento médico que realizará la mutua con cargo a cuota de la Seguridad Social. | | | |
| | | Total ud: | 3,000 | 50,51 | 151,53 |
| Total presupuesto parcial nº 10 FORMACIÓN,CONSERVACIÓN E HIGIENE : | | | | | 751,23 |

3.11. Presupuesto de ejecución material

| | |
|---|-----------------|
| 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES EPI CABEZA | 33,21 |
| 2 PROTECCIONES INDIVIDUALES EPI CUERPO | 146,23 |
| 3 PROTECCIONES INDIVIDUALES EXTR.SUPERIORES | 47,76 |
| 4 PROTECCIONES INDIVIDUALES EXTR.INFERIORES | 83,99 |
| 5 PROTECCIONES COLECTIVAS | 634,95 |
| 6 SEÑALIZACIÓN | 143,94 |
| 7 INST.ELÉCTRICA CUADRO DE OBRA | 248,71 |
| 8 EXTINCIÓN DE INCENDIOS | 146,01 |
| 9 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR | 717,96 |
| 10 FORMACIÓN,CONSERVACIÓN E HIGIENE | 751,23 |
| Total | 2.953,99 |

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de DOS MIL NOVECIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON NOVENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

| 3.12. Presupuesto de ejecución por contrata | Importe (€) |
|--|--------------------|
| 1 PROTECCIONES INDIVIDUALES EPI CABEZA | 33,21 |
| 2 PROTECCIONES INDIVIDUALES EPI CUERPO | 146,23 |
| 3 PROTECCIONES INDIVIDUALES EXTR.SUPERIORES | 47,76 |
| 4 PROTECCIONES INDIVIDUALES EXTR.INFERIORES | 83,99 |
| 5 PROTECCIONES COLECTIVAS | 634,95 |
| 6 SEÑALIZACIÓN | 143,94 |
| 7 INST.ELÉCTRICA CUADRO DE OBRA | 248,71 |
| 8 EXTINCIÓN DE INCENDIOS | 146,01 |
| 9 INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR | 717,96 |
| 10 FORMACIÓN,CONSERVACIÓN E HIGIENE | 751,23 |
| Presupuesto de ejecución material (PEM) | 2.953,99 |
| 13% de gastos generales | 384,01 |
| 6% de beneficio industrial | 177,23 |
| Presupuesto de ejecución por contrata (PEC = PEM + GG + BI) | 3.515,23 |
| 21% IVA | 738,19 |
| Presupuesto de ejecución por contrata con IVA (PEC = PEM + GG + BI + IVA) | 4.253,42 |

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata con IVA a la expresada cantidad de CUATRO MIL DOSCIENTOS CINCUENTA Y TRES EUROS CON CUARENTA Y DOS CÉNTIMOS.

Lugar, fecha y firma del estudio de seguridad y salud

El Estudio de Seguridad y Salud aquí presente lo firma:

Adrián Laplaza Masnou

En Zaragoza, Septiembre de 2020



**Universidad
Zaragoza**

Trabajo Fin de Grado

Proyecto técnico de construcción de una nave metálica para
montaje de ascensores

Presupuesto

Autor

Adrián Laplaza Masnou

Director

Víctor Tabuenca Cintora

Escuela de Ingeniería y Arquitectura

2020



**Escuela de
Ingeniería y Arquitectura
Universidad Zaragoza**

Índice

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Mediciones..... | 1 |
| 2. | Presupuestos | 33 |
| 3. | Resumen del presupuesto de ejecución de material | 68 |
| 4. | Presupuesto de ejecución por contrata..... | 71 |

1. Mediciones

Presupuesto parcial nº 1 IMPLANTACIÓN EN OBRA

| Nº | Ud | Descripción | | | | | | Medición |
|-----|------|--|------|--------|-------|------|--------------------------|----------|
| 1.1 | Mmes | Alquiler m./mes de valla metálica móvil de módulos prefabricados de 3,50x2,00 m. de altura, enrejados de malla de D=5 mm. de espesor con cuatro pliegues de refuerzo, bastidores verticales de D=40 mm. y 1,50 mm. de espesor, todo ello galvanizado en caliente, sobre soporte de hormigón prefabricado de 230x600x150 mm., separados cada 3,50 m., accesorios de fijación, incluso montaje y desmontaje. s/R.D. 486/97. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Zona acceso | 1 | 373,00 | | | 373,00 | |
| | | | | | | | 373,00 | 373,00 |
| | | | | | | | Total mmes: 373,00 | |
| 1.2 | Mes | Mes de alquiler de caseta doble prefabricada para dirección de obra, de dimensiones 4.88x7,00 m (34,00 m²), con despachos y aseo. Compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento, climatización, conexión de telecomunicaciones y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, termo eléctrico, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo contrachapado hidrófugo con acabado en pvc, 1 inodoro y lavabo, equipamiento de despachos. Incluso conexiones con las redes de saneamiento, fontanería y electricidad, equipamiento de aseos. Totalmente equipada, instalada y funcionando. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 6 | | | | 6,00 | |
| | | | | | | | 6,00 | 6,00 |
| | | | | | | | Total mes: 6,00 | |
| 1.3 | Mes | Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 5,98x2,45x2,45 m. de 14,65 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura y candado. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 6 | | | | 6,00 | |
| | | | | | | | 6,00 | 6,00 |
| | | | | | | | Total mes: 6,00 | |
| 1.4 | Mes | Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos y vestuarios en obra de 5,98x2,45x2,63 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, cuatro placas de ducha, pileta de cuatro grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha, taquillas. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 6 | | | | 6,00 | |
| | | | | | | | 6,00 | 6,00 |
| | | | | | | | Total mes: 6,00 | |
| 1.5 | Ud | Acometida provisional de fontanería de obra, incluso conexión a la red general del edificio existente, formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación de zanjas en terrenos de consistencia dura, realizada con tubo de polietileno de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, terminada y funcionando, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y con p.p. de medios auxiliares. | | | | | | |

Presupuesto parcial nº 1 IMPLANTACIÓN EN OBRA

| Nº | Ud | Descripción | | | | | Medición |
|-----|-----------|---|-------|-------|------|---------|-------------|
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud: | | | | | 1,00 |
| 1.6 | Ud | Acometida provisional de saneamiento a obra, incluso conexión a la red existente, formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, formada por tubería de PVC , conexión a pozo de registro, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y con p.p. de medios auxiliares. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud: | | | | | 1,00 |
| 1.7 | Ud | Acometida provisional de electricidad a obra, incluso conexión a la red general de compañía o nave existente, permisos, tasas, autorizaciones y tramitación. Acometida a la red general municipal en caso de ser necesario, formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, conexión a red y arqueta, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y extendido de firme, con p.p. de medios auxiliares. Incluso cuadro general de obra y todo el cableado y medios auxiliares necesarios. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud: | | | | | 1,00 |
| 1.8 | Ud | Acometida provisional de Telecomunicaciones a caseta prefabricada de dirección de obra, incluso conexión a la red existente o mediante conexión inalámbrica. Formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación de zanjas en terrenos de consistencia dura, canalización y cableado, incluso derechos y permisos para la conexión, terminada y funcionando, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y con p.p. de medios auxiliares. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Caseta DF | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud: | | | | | 1,00 |
| 1.9 | Ud | Acometida provisional de fontanería a caseta de dirección de obra y aseos de obra, incluso conexión a la red general del edificio existente, formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación de zanjas en terrenos de consistencia dura, realizada con tubo de polietileno de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, terminada y funcionando, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y con p.p. de medios auxiliares. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Caseta DF | 1 | | | | 1,00 | |
| | Aseos | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 2,00 | 2,00 |
| | | Total Ud: | | | | | 2,00 |

Presupuesto parcial nº 1 IMPLANTACIÓN EN OBRA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|------|----|---|----------|-------|-------|------|---------|----------|
| 1.10 | Ud | Acometida provisional de saneameinto a caseta de obra y aseos. Incluso conexión a la red existente, formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, formada por tubería de PVC , conexión a pozo de registro, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y con p.p. de medios auxiliares. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Caseta DF | 1 | | | | 1,00 | |
| | | Aseos | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 2,00 | 2,00 |
| | | Total Ud | | | | | | 2,00 |
| 1.11 | Ud | Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, incluso conexión desde el cuadro general provisional a subcuadro de caseta, permisos, tasas, autorizaciones y tramitación. Formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, conexión a red y arqueta, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y extendido de firme, con p.p. de medios auxiliares. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Caseta DF | 1 | | | | 1,00 | |
| | | Aseos | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 2,00 | 2,00 |
| | | Total Ud | | | | | | 2,00 |
| 1.12 | Ud | Cuadro de obra trifásico 63 A, compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster de 600x500 cm. con salida lateral por toma de corriente y salida interior por bornes fijos, soportes, manecilla de sujeción y/o anillos de elevación, con cerradura, MT General de 4x63 A., 3 diferenciales de 2x40 A. 30 mA, 4x40 A. 30 mA y 4x63 A. 300 mA, respectivamente, 6 MT por base, tres de 2x16 A., dos de 4x32 A. y uno de 4x63 A., incluyendo cableado, rótulos de identificación, 6 bases de salida y p.p. de conexión a tierra, instalado (amortizable en 4 obras) s/ITC-BT-33 del REBT, RD 842/2002 de 02/08/2002 y UNE-EN 60439-4. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Nave | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud | | | | | | 1,00 |
| 1.13 | Ud | Toma de tierra para una resistencia de tierra $R \leq 80$ Ohmios y una resistividad $R=150$ Oh.m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 24x11,5x7 cm, tapa de hormigón armado, tubo de PVC de D=75 mm, electrodo de acero cobrizado 14,3 mm y 200 cm, de profundidad hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm2, con abrazadera a la pica, instalado. MI BT 039. s/R.D. 486/97, R.D. 614/2001, UNE-EN 998-1:2010 y UNE-EN 998-2:2004. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud | | | | | | 1,00 |
| 1.14 | M | Sistema provisional de protección de borde de forjado, clase A, que proporciona resistencia sólo para cargas estáticas y para superficies de trabajo con un ángulo de inclinación máximo de 10º, formado por: barandilla, de polipropileno reforzado con fibra de vidrio, de 1015 mm de altura y 1520 mm de longitud, amortizable en 20 usos y guardacuerpos fijos de seguridad fabricados en acero de primera calidad con pintura anticorrosiva, de 37x37 mm y 1100 mm de longitud, separados entre sí una distancia máxima de 1,52 m y fijados al forjado con soporte mordaza, amortizables en 20 usos. Incluso p/p de mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje. | | | | | | |

Presupuesto parcial nº 1 IMPLANTACIÓN EN OBRA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|----|----|-------------|----------|-------|-------|------|---------|----------|
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Presupuesto parcial nº 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|----------------------|----|---|----------|-------|-------|------|----------------|----------|
| 2.1 | M² | <p>Desbroce y limpieza del terreno realizado con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: restos de cimentaciones, soleras, rampas, árboles, plantas, tocones, equipamientos deportivos, vallas publicitarias, maleza, broza, escombros, basuras o cualquier otro material existente.</p> <p>Incluso transporte de la maquinaria, carga a camión, transporte a vertedero y pago del canon correspondiente.</p> <p>Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Protección de las tierras durante el transporte mediante el uso de toldos. Parte proporcional de medios auxiliares.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Parcela | | | 1 | 80,00 | 25,00 | | 2.000,00 | |
| | | | | | | | 2.000,00 | 2.000,00 |
| | | | | | | | Total m² | 2.000,00 |
| 2.2 | M³ | <p>Excavación en vaciado en tereno compacto existente, realizado con medios mecánicos. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión.</p> <p>Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Protección de la excavación frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía. Parte proporcional de medios auxiliares.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Parcela | | | 1 | 80,00 | 25,00 | 0,20 | 400,00 | |
| | | | | | | | 400,00 | 400,00 |
| | | | | | | | Total m³ | 400,00 |
| 2.3 | M³ | <p>Excavación de tierras en terreno compacto para formación de zanjas y pozos de cimentaciones, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.</p> <p>Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Zapatas | | | 1 | 40,00 | | | 40,00 | |
| Hormigón de limpieza | | | 1 | 10,00 | | | 10,00 | |
| | | | | | | | 50,00 | 50,00 |
| | | | | | | | Total m³ | 50,00 |
| 2.4 | M³ | <p>Formación de relleno a cielo abierto con tierra seleccionada de préstamo; y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo mediante equipo mecánico formado por rodillo vibratorio tándem articulado, hasta alcanzar un grado de compactación no inferior al 100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Normal. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.</p> <p>Incluso p.p. de relleno de trasdós de muros de cimentación y urbanización.</p> <p>Incluye: Acopio de materiales. Transporte y descarga del material a pie de tajo. Extendido del material de relleno en capas de grosor uniforme. Riego de la capa. Compactación y nivelación. Protección del relleno frente al paso de vehículos para evitar rodaduras. Parte proporcional de medios auxiliares.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Parcela | | | 1 | 80,00 | 25,00 | 0,20 | 400,00 | |
| | | | | | | | 400,00 | 400,00 |
| | | | | | | | Total m³ | 400,00 |

Presupuesto parcial nº 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|-----|----|---|----------|--------|-------|------|----------------|----------|
| 2.5 | M³ | <p>Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 20 km, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga, vuelta y coste del vertido y pago de cánon correspondiente.</p> <p>Incluye: Transporte de tierras a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos.</p> <p>Criterio de medición: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vaciado | 1 | 400,00 | | | 400,00 | |
| | | Pozos y zanjas | 1 | 50,00 | | | 50,00 | |
| | | | | | | | 450,00 | 450,00 |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | esponjamiento 25% | 0,25 | 450,00 | | | 112,50 | |
| | | | | | | | 112,50 | 112,50 |
| | | | | | | | 562,50 | 562,50 |
| | | | | | | | Total m³ | 562,50 |

Presupuesto parcial nº 3 CIMENTACIONES

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|-----|----|--|----------|-------|-------|------|----------------|----------|
| 3.1 | M³ | <p>Hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de hormigón HL-200/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada.</p> <p>Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón.</p> <p>Criterio de medición de proyecto: Volumen sobre el volumen teórico de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.</p> <p>Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Zapatas tipo 1 | 52 | | | 1 | 223 | |
| | | | | | | | 223 | 223 |
| | | | | | | | Total m³ | 223 |
| 3.2 | M³ | <p>Formación de zapatas de hormigón armado HA-25/B/30/IIa fabricado en central y vertido contra el terreno en excavación previa, con una cuantía de acero B 500 S UNE 36068 según documentación de proyecto elaborado, transportado y puesto en obra según la Instrucción EHE.</p> <p>Incluye: El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones. Encofrado lateral metálico. Colocación de la armadura, incluido arranque de pilares, con separadores homologados. Colocación de pasatubos. Vertido y vibrado del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Desencofrado. Curado del hormigón. Protección y señalización de las armaduras salientes de espera. Limpieza final de la base del soporte. Parte proporcional de medios auxiliares.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Zapatas tipo 1 | 52 | | | 0,80 | 35.84 | |
| | | | | | | | 35,84 | 35,84 |
| | | | | | | | Total m³ | 35,84 |
| 3.3 | M² | <p>Formación de solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, armada con fibras, realizada con hormigón HM-20/B/12/IIa fabricado en central y vertido desde camión, armada con fibras de polipropileno y con malla de 15x15x6 mm, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica con cuarzo de color GRIS según documentación gráfica de proyecto. Incluso p/p encofrados laterales con berenjé, formación de pendientes, preparación de la superficie de apoyo, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, formación de juntas de hormigonado y panel de poliestireno expandido de 2 cm de espesor para la ejecución de juntas de contorno, encachado de piedra de 15 cm; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera; y aserrado de las juntas de retracción, por medios mecánicos, con una profundidad de 1/3 del espesor de la solera y posterior sellado con masilla elástica. Incluso lámina de polietileno de alta densidad sobre el encachado.</p> <p>Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón, comprobando la densidad y las rasantes. Replanteo de las juntas de hormigonado. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de hormigonado y contorno. Vertido y compactación del hormigón. Conexión de los elementos exteriores. Curado del hormigón. Fratasado de la superficie. Aserrado de juntas de retracción. Limpieza y sellado de juntas.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Nave | 1 | 80,00 | 20,00 | | 1.600,00 | |
| | | | | | | | 1.600,00 | 1.600,00 |
| | | | | | | | Total m² | 1.600,00 |

Presupuesto parcial nº 4 ESTRUCTURA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|----------------|----|--|----------|--------|-------|------|-----------|-----------|
| 4.1 | Kg | Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, placas de anclaje, zunchos correas y cerchas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de protección anticorrosiva a base de zinc, totalmente montado y colocado. Según CTE-DB-SE-A. y NTE-EAS/EAV | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Pilares | | | | | | | | |
| | | IPE 330 | 32 | 338,40 | | | 10.828,80 | |
| | | IPE 300 | 12 | 197,60 | | | 2.371,20 | |
| | | Correas C160 | 256 | 35,35 | | | 9.049,60 | |
| | | Forjado IPE 270 | 60 | 40,50 | | | 2.430,00 | |
| | | Dintel IPE 300 | 32 | 197,60 | | | 6.323,20 | |
| | | Arriostramiento | 40 | 47,50 | | | 1.900,00 | |
| | | | | | | | 32.902,80 | 32.902,80 |
| Total kg | | | | | | | | 32.902,80 |

4.2.- CERRAJERÍA METÁLICA

4.2.1.- CERRAMIENTO PARCELA

| | | | | | | | | |
|----------------------|---|---|------|--------|-------|------|---------|---------------|
| 4.2.1.1 | M | Formación de cerramiento de parcela mediante panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x50 mm de paso de malla, reducido a 50x50 mm en las zonas de pliegue, y 5 mm de diámetro, de 1,50m de altura, acabado galvanizado y lacado en color a elegir similar al existente y postes de perfil hueco de sección rectangular, de 60x40x2 mm, separados 2 m entre si, empotrados en muros con huecos rellenos de hormigón (incluido) o atornillados sobre muretes de fábrica u hormigón. Incluso p/p de elementos de sujeción de los paneles a los postes metálicos y accesorios, y medios auxiliares. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Parcela | 1 | 400,00 | | | 400,00 | |
| | | | | | | | 400,00 | 400,00 |
| Total m | | | | | | | | 400,00 |

4.2.2.- BARANDILLAS Y PISO ESCALERAS

| | | | | | | | | |
|---------|---|---|--|--|--|--|----------------------|-------------|
| 4.2.2.1 | M | Barandilla metálica de tubo hueco de acero galvanizado de 90 cm de altura, con bastidor sencillo y montantes y barroses verticales, para escalera de tramos rectos con meseta, con pasamanos de 5 cm de diámetro, fijada mediante atornillado en obra de fábrica, estructura metálica, forjado o estructura de hormigón. Según plano de detalles. Medido en proyección horizontal. Completamente montada. i/p.p de medios auxiliares. | | | | | | |
| | | | | | | | Total m | 5,00 |

| | | | | | | | | |
|----------------------|---|---|------|-------|-------|------|---------|--------------|
| 4.2.2.2 | M | Sumistro y montaje de escalones escalera interior realizados con chapa lagrimada plegada de 5/7 mm. de espesor, galvanizada, con 300 mm de huella y sin contrahuella, montados sobre perfiles de acero laminado y atronillados a estos, con tornillos de acero inox. Totalmente montados. Según planos de detalles. i/p.p de medios auxiliares. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Escalera oficinas | 23 | 1,00 | | | 23,00 | |
| | | | | | | | 23,00 | 23,00 |
| Total m | | | | | | | | 23,00 |

| | | | | | | | | |
|---------|----|--|------|-------|-------|------|---------|----------|
| 4.2.2.3 | M² | Sumistro y montaje de escalones escalera interior realizados con chapa lagrimada plegada de 5/7 mm. de espesor, galvanizada, montadas sobre perfiles de acero laminado y atronillados a estos, con tornillos de acero inox. Totalmente montadas. Según planos de detalles. i/p.p de medios auxiliares. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Escalera oficinas | 1 | 1,00 | 1,00 | | 1,00 | |

Presupuesto parcial nº 4 ESTRUCTURA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | |
|----------------|----|-------------|----------|------|
| | | | 1,00 | 1,00 |
| Total m² | | | | 1,00 |

4.2.3.- CERRAMIENTO PROTECCIÓN SOLAR

| | | | | | | | | |
|----------------|----|---|------|-------|-------|------|---------|----------|
| 4.2.3.1 | M² | <p>Suministro y colocación de celosía de lamas decorativas de perfiles de perfiles tubulares con perfilera de aleación de aluminio 6063 y tratamiento térmico T-5. Estructura portante compuesta por perfiles de soporte tipo COR-2746 sobre los que se fijan los perfiles de clipaje tipo COR-9002 en los que se colocan las lamas y celosías, asegurando una perfecta resistencia a flexión ante la acción del viento y las sobrecargas de nieve, vidrio y peso propio.</p> <p>Colocación de las lamas en horizontal, utilizando una tapas en los extremos realizadas por corte láser y con tratamiento lacado. Acabado superficial lacado color a elegir, efectuado con un ciclo completo que comprende desengrase, decapado de limpieza en sosa cáustica, lavado, oxidación controlada, secado y termolacado mediante polvos de poliéster con aplicación electrostática y posterior cocción a 200 ° C. La calidad de la capa de lacado estará garantizada por el sello QUALICOAT estando su espesor comprendido entre 60 y 100 micras.</p> <p>l/p.p de medios auxiliares, grúas y elementos de elevación. Unidad completamente terminada.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Ventanas oficina | 4 | 1,50 | 1,20 | | 4,20 | |
| | | | | | | | 4,20 | 4,20 |
| Total m² | | | | | | | | 4,20 |

| | | | | | | | | |
|---------------|---|---|------|-------|-------|------|---------|----------|
| 4.3 | M | <p>Formación de protección pasiva contra incendios de estructura metálica para alturas superiores a 3 metros, mediante la aplicación de revestimiento intumescente, en emulsión acuosa monocomponente, color blanco, acabado mate liso, hasta conseguir una resistencia al fuego de 60 minutos, con un espesor mínimo de 637 micras. Incluso p/p de raspado de óxidos, limpieza superficial y aplicación de una mano de imprimación selladora de dos componentes, a base de resinas epoxi y fosfato de zinc, color gris, con un rendimiento no menor de 0,125 l/m² (para un espesor mínimo de película seca de 50 micras).</p> <p>Incluye: Todas. Preparación y limpieza de la superficie soporte. Aplicación de una mano de imprimación. Aplicación de las manos de acabado.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | IPE 300 | 32 | 1,20 | | 8,00 | 307,20 | |
| | | IPE 330 | 8 | 0,85 | | 8,00 | 54,40 | |
| | | | | | | | 361,60 | 361,60 |
| Total m | | | | | | | | 361,60 |

| | | | | | | | | | |
|-----|---|--|--|--|--|--|--|---------------|------|
| 4.5 | U | <p>Suministro y colocación de placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 300x300 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca, incluso parte proporcional de vertido de 2cm de mortero resistente sin retracción.</p> <p>Incluso formación de capa de esmalte sintético, color a elegir, acabado satinado, sobre superficie de acero laminado en estructuras metálicas, mediante aplicación de dos manos de imprimación anticorrosiva epoxídica, como fijador de superficie y protector antioxidante, con un espesor mínimo de película seca de 35 micras por mano (rendimiento: 0,08 l/m²) y dos manos de acabado con esmalte sintético a base de resinas alcidicas, con un espesor mínimo de película seca de 40 micras por mano (rendimiento: 0,11 l/m²). Incluso limpieza y preparación de la superficie a pintar, mediante medios manuales hasta dejarla exenta de grasas, antes de comenzar la aplicación de la 1ª mano de imprimación. Incluso repasos tras soldaduras.</p> | | | | | | Total u | 8,00 |
|-----|---|--|--|--|--|--|--|---------------|------|

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

Nº Ud Descripción Medición

5.1.- TABIQUERÍA

5.1.1.- TABIQUERÍA DE FÁBRICA

- 5.1.1.1 M²** Suministro y formación de tabique de bloque de hormigón visto, fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x20cm; colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5N y arena de río M-5, con refuerzos verticales y horizontales, mediante costillas Allwall AW-COS 10/7 - 150mm o similar, con empotramiento en la base de los dos cordones longitudinales mayor 15cm, con epoxi (separación entre costillas detalle en planos) y armadura de tendel RND 4/Z - 150mm, tipo Murfor o similar, formados por dos alambres longitudinales paralelos soldados en el mismo plano a un alambre diagonal en zigzag, construido con alambre de acero galvanizado con capacidad de resistencia a rotura de 550N/mm² y límite elástico de al menos 500N/mm², con sección transversal mínima de 25mm² para anchuras inferiores a 16cm y de 35mm² para anchuras superiores a 16cm., alambres longitudinales de la armadura corrugados, para conseguir un mejor anclaje en el mortero. Soldaduras de armados con resistencia a fuerza de cizalladura de al menos 2500N. Para el uso de muros interiores, se recurre a un elemento de armadura de acero galvanizado en caliente con una capa de zinc de al menos 70g/m², del tipo RND/Z de 150 mm de ancho. Disposición de armadura en horizontal y vertical según los detalles de proyecto y dependiendo de la altura del cerramiento. Solapes de armadura de al menos de 25 cm. Recubrimiento de armaduras de al menos 3 mm de mortero. Dinteles armados en las dos hiladas superiores, sobrepasando las armaduras 50 cm a cada lado del hueco, y disponiendo ganchos cada 40cm, engarzado en el alambre diagonal de la armadura. Costillas verticales ancladas a forjado o solera mediante perforación y relleno con epoxi. Separación entre juntas de dilatación conforme a lo indicado en la memoria del Proyecto. Primera hilada macizada, y armadas las dos primeras hiladas del apoyo de la fábrica.
i/p.p. refuerzo de tabique 500mm en todo el perímetro de hueco según detalles; formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llaqueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB6 y CTE-SE-F. Medida deduciendo superiores a 1m².
Incluso pp de formación de huecos con cerco metálico de chapa plegada 7x20x7 y 6mm de espesor y ayudas a las distintas instalaciones.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|------------------------|------|-------|-------|------|---------|---------------|
| Oficinas | 1 | 70,00 | | 3,00 | 210,00 | |
| Cuarto caldera | 1 | 6,00 | | 3,00 | 18,00 | |
| Vestuario masculino | 1 | 33,70 | | 3,00 | 101,10 | |
| Vestuario femenino | 1 | 23,10 | | 3,00 | 69,30 | |
| Almacén | 1 | 46,40 | | 3,00 | 139,20 | |
| | | | | | 537,60 | 537,60 |
| Total m²: | | | | | | 537,60 |

5.1.2.- TABIQUERÍA DE CARTÓN YESO

- 5.1.2.1 M²** Trasdosado autoportante por una cara formado por una placa de cartón yeso de 15 mm de espesor, atornillada a una estructura metálica de acero galvanizado de canales horizontales y montantes verticales de 46 mm y 0,6 mm de espesor, con una modulación de 400 mm e/e. i/p.p. de replanteo auxiliar, nivelación, ejecución de ángulos, recibido de cercos, paso de instalaciones, tratamiento de juntas con cinta, limpieza, terminado y listo para pintar liso, s/NTE-PTP, medido descontando huecos. Aislamiento interior con panel semi-rígido de lana de roca no revestido ROCKCALM-E- 211 de 50mm de espesor. Incluso ayudas a las distintas instalaciones.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|------------------------|------|-------|-------|------|---------|---------------|
| Oficinas | 1 | 70,00 | | 3,50 | 245,00 | |
| | | | | | 245,00 | 245,00 |
| Total m²: | | | | | | 245,00 |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|--------------------|----|--|----------|-------|-------|------|----------------|----------|
| 5.1.2.2 | M² | Trasdosado autoportante por una cara formado por una placa de cartón yeso hidrófuga de 15 mm de espesor, atornillada a una estructura metálica de acero galvanizado de canales horizontales y montantes verticales de 46 mm y 0,6 mm de espesor, con una modulación de 400 mm e/e. i/p.p. de replanteo auxiliar, nivelación, ejecución de ángulos, recibido de cercos, paso de instalaciones, tratamiento de juntas con cinta, limpieza, terminado y listo para pintar liso, s/NTE-PTP, medido descontando huecos. Aislamiento interior con panel semi-rígido de lana de roca no revestido ROCKCALM-E- 211 de 50mm de espesor. Incluso ayudas a las distintas instalaciones. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario masculino | 1 | 33,70 | | 3,00 | 101,10 | |
| | | Vestuario femenino | 1 | 23,10 | | 3,00 | 69,30 | |
| | | Baño oficinas | 1 | 16,50 | | 3,50 | 57,75 | |
| | | | | | | | 228,15 | 228,15 |
| | | | | | | | Total m² | 228,15 |
| 5.1.2.3 | M² | Tabique, de hasta 4 m de altura, en divisiones interiores formada por cuatro placas de cartón-yeso de 15 mm de espesor, atornilladas dos a dos a cada lado de una estructura metálica de acero galvanizado de canales horizontales y montantes verticales de 70 mm y 0,6 mm de espesor, con una modulación de 400 mm e/e. i/p.p. de replanteo auxiliar, nivelación, ejecución de ángulos, recibido de cercos, paso de instalaciones, tratamiento de juntas con cinta, limpieza, terminado y listo para pintar liso, s/NTE-PTP, medido descontando huecos. El tabique se ejecutará sobre banda acústica tanto inferior como superior. Incluso ayudas a las distintas instalaciones. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Oficinas | 1 | 32,15 | | 3,50 | 112,53 | |
| | | | | | | | 112,53 | 112,53 |
| | | | | | | | Total m² | 112,53 |
| 5.1.2.4 | M² | Aislamiento térmico para fachadas, particiones interiores y medianerías formada por lana mineral IsoverAcustilaine 70 constituido por un panel rígido de lana de roca de 60 mm de espesor cumpliendo la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,034 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Oficinas | 1 | 32,15 | | 3,50 | 112,53 | |
| | | | | | | | 112,53 | 112,53 |
| | | | | | | | Total m² | 112,53 |
| 5.2.- AISLAMIENTOS | | | | | | | | |
| 5.2.1 | M² | Aislamiento de forjado de oficinas, en zonas interiores no climatizadas (nave, talleres, aseos y vestuarios), por su cara inferior, con paneles rígidos de lana de roca no cubiertos del tipo Rocksol-E 2-525 de 50 mm de espesor o equivalente, densidad 150 kg/m3, conductividad térmica 0.041 W/(m²K), resistencia térmica 1.2 m²K/W, fijados al forjado a través de omegas de chapa de acero galvanizadas ancladas mecánicamente. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Bajo oficinas | 1 | 20,00 | 15,00 | | 300,00 | |
| | | | | | | | 300,00 | 300,00 |
| | | | | | | | Total m² | 300,00 |
| 5.2.2 | M² | Aislamiento sobre falso techo, formado por panel de lana mineral natural (LMN), no revestido, suministrado en rollos, Ultracoustic R "KNAUF INSULATION" o similar, de 45 mm de espesor. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Sobre oficinas | 1 | 20,00 | 15,00 | | 300,00 | |
| | | | | | | | 300,00 | 300,00 |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | |
|----|----|-------------|----------------|--------|
| | | | Total m² | 300,00 |

5.3.- CARPINTERÍA METÁLICA

5.3.1.- PUERTAS GALVANIZADAS DE PASO EN FACHADA

- 5.3.1.1 Ud** Fabricación, suministro y colocación de puerta batiente por puerta de una hoja de hueco de 0.90x2.10, realizada mediante: Puerta: Cerco metálico realizado con perfiles de chapa de acero conformados en frío. Compuesta por doble bandeja de chapa de acero galvanizado con aislamiento interior de lana mineral. Herrajes de cuelgue en tres puntos con herraje doble superior, con conjunto de muelles fuerza 2/4 modelo TS 2000 de la marca GEZE. Cerradura interior con barra antipánico para puerta de una hoja simple, cerradura de resbalón. Manilla de nylon negro con alma de acero. Cilindro, llave, amaestrado según plan integral, escudos, lacada, topes de suelo con amortiguador de 35x50 mm de diámetro en acero inoxidable, totalmente montada y acabada.
 Nota: amaestrado en grupos con maestra y gran maestra, marcado del código indicado en plan de llaves, tanto en cilindro como en llaves (total de 4 copias).
 i.p.p Plan de llaves.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|-----------------------|------|-------|-------|------|---------|-------------|
| Puerta auxiliar | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | 1,00 | 1,00 |
| Total Ud | | | | | | 1,00 |

- 5.3.1.2 Ud** Fabricación, suministro y colocación de puerta batiente de dos hojas, para una dimension de hueco de 1.90X2.50, realizada mediante:
 .- Cerco metálico realizado con perfiles de chapa de acero conformados en frío.
 .- Hojas de chapa de acero galvanizado de 2x0.90x2.50, compuesta por paños inferior y superior de lamas horizontales de ventilación y con todo el ancho útil de la hoja. Lamas fijas con salto de 50 mm entre ellas para una correcta ventilación, con malla antipajaros. Perfil troquelado para la sujeción de lateral de las lamas
 .- Herrajes de cuelgue en tres punto con herraje doble superior.
 .- Cerradura con llave amaestrada. Fallebas interiores.
 .- Lacada en color gris o a elegir por DF
 Unidad totalmente acabada y funcionando
 Se deberá confirmar en obra dimensiones finales de hueco

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|-----------------------|------|-------|-------|------|---------|-------------|
| Entrada principal | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | 1,00 | 1,00 |
| Total Ud | | | | | | 1,00 |

5.3.2.- CARPINTERÍA METÁLICA INTERIOR

- 5.3.2.1 Ud** Fabricación, suministro y colocación de puerta batiente por puerta de una hoja de hueco de 0.90x2.10 , realizada mediante: Puerta: Cerco metálico realizado con perfiles de chapa de acero conformados en frío. compuesta por doble bandeja de chapa de acero galvanizado con aislamiento interior de lana mineral. Herrajes de cuelgue en tres puntos con herraje doble superior, con conjunto de muelles fuerza 2/4 modelo TS 2000 de la marca GEZE. Cerradura interior, cierre con resbalón, cilindro, llaves,escudos, amaestrado según plan integral. Manilla de nylon negro con alma de acero. Lacada, totalmente montada y acabada.
 Nota: amaestrado en grupos con maestra y gran maestra, marcado del código indicado en plan de llaves, tanto en cilindro como en llaves (total de 4 copias).
 i.p.p Plan de llaves.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|-----------------------|------|-------|-------|------|---------|-------------|
| Vestuario masculino | 1 | | | | 1,00 | |
| Vestuario femenino | 1 | | | | 1,00 | |
| Entrada oficinas | 1 | | | | 1,00 | |
| Cuarto caldera | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | 4,00 | 4,00 |
| Total Ud | | | | | | 4,00 |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

Nº Ud Descripción Medición

5.3.3.- CIERRAPUERTAS

| | | | | | | | |
|----------------|--------------------|--|-------|-------|------|--------------------|-------------|
| 5.3.3.1 | Ud | Suministro y colocación de cierrapuertas aéreo colocado con guía con retención estándar. Capacidad de montaje normal, invertido reverso, invertido y reverso. Fuerza de cierre desde EN2 a EN5, según el sistema de montaje elegido. Válvulas independientes de regulación de velocidad de cierre y de golpe final. Norma UNE EN 1154 + A1 2003, apto para puertas RF. Acabado en PL, IM ó IB. Con marca CE calidad C5. i/p.p de medios auxiliares, herrajes. Completamente instalado. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Entrada vestuarios | 2 | | | | 2,00 | |
| | Entrada oficinas | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 3,00 | 3,00 |
| | | | | | | Total | 3,00 |

5.4.- CARPINTERÍA DE MADERA Y FENÓLICA

| | | | | | | | |
|--------------|--------------------------|---|-------|-------|------|-----------------------|-------------|
| 5.4.1 | Ud | Puerta de paso de las siguientes características: - 1 Hoja de 725x2030 mm, de 35 mm de espesor, terminada en ambas caras en laminado con melamina color, RAL a elegir, formado por tablero DM. - Precerco de madera de pino fijado a la estructura de los tabiques. - Cerco visto perimetral rechapado en melamina color, RAL a elegir. - En los casos de tabiquería de yeso laminado, macizado de madera dentro de los perfiles, en jambas y dinteles. - Moldura perimetral a ambos lados rechapado en melamina color, RAL a elegir. - 4 Pernos por hoja de acero inoxidable. - Manillas de acero inoxidable con escudo cuadrado de 185x185x2 mm, todo ello en acero inoxidable - Herrajes, amaestramiento, mecanismos de cierre y de paso, resbalones anti-impacto. Incluyendo cierrapuertas en aseos. - Topes de suelo con amortiguador de 35x50 mm de diametro en acero Inoxidable. Totalmente montada y mecanizada, incluso recibidos, nivelada y colocada, p.p. de medios auxiliares. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Aseos oficina | 1 | | | | 1,00 | |
| | Despacho 1 - Oficina | 1 | | | | 1,00 | |
| | Despacho 2 - Oficina | 1 | | | | 1,00 | |
| | Sala reuniones - Oficina | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 4,00 | 4,00 |
| | | | | | | Total Ud | 4,00 |

| | | | | | | | |
|--------------|---------------------|---|-------|-------|------|---------|----------|
| 5.4.2 | M² | Suministro y colocación de cabina en frentes y laterales de cabinas de aseos y vestuarios, de tablero fenólico HPL, de 18 mm de espesor, color a elegir, de 2000 mm de altura (1800 mm de panel + 200 mm de patas) y estructura y pies regulables de acero inox. mate. Incluso elementos de fijación, bisagras con muelle, tirador de acero inoxidable, tope de goma, pies regulables en altura y colgador de acero inoxidable. Fenólico formado a base de láminas de celulosa homogeneizadas mediante resinas fenólicas y compactadas a alta presión y temperatura según norma EN-438-Parte 1. Resistentes a humedades, calor y vapor. Sin poros, intumesciente, anticorrosivo y no parasitable. Incluso puertas de paso de 80 cm aprox. en panel fenólico de las mismas características que las cabinas incluidas en medición. Incluso arranques de pared a partir de perfil de acero inoxidable en "U" de 20x15 de 1,80, remate superior compuesto de tubo de 25mm de diámetro en acero inoxidable y pinzas para la fijación de los paneles, bisagras, pies regulables, cierre y pomo con indicador de libre/ocupado, todo en acero inoxidable. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Vestuario masculino | 1 | 6,60 | | 2,00 | 13,20 | |
| | Vestuario femenino | 1 | 8,00 | | 2,00 | 16,00 | |
| | Aseo oficinas | 1 | 6,60 | | 2,00 | 13,20 | |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | |
|----|----|-------------|------------------------|--------------|
| | | | 42,40 | 42,40 |
| | | | Total m²: | 42,40 |

5.5.- FALSOS TECHOS

| | | | | | | | |
|-------|---------------------|--|-------|-------|------|----------------|----------|
| 5.5.1 | M² | Falso techo registrable, situado a una altura menor de 4 m, constituido por placas de yeso laminado lisa tipo TR-VINILO de 10 mm. de espesor y dimensiones 595x595 mm, revestidas en su cara vista con un film vinílico de color blanco, suspendidas del forjado o cubierta mediante perfilería vista lacada blanca, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo mediante varillas y cuelgues. i/p.p. de accesorios de fijación, montaje y desmontaje de andamios, instalado s/NTE-RTP-17, medido deduciendo huecos. Placas y perfilería con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Vestuario masculino | 1 | 7,90 | 8,50 | | 67,15 | |
| | Vestuario femenino | 1 | 7,20 | 8,50 | | 61,20 | |
| | Aseo oficina | 1 | 4,80 | 3,20 | | 15,36 | |
| | | | | | | 143,71 | 143,71 |
| | | | | | | Total m² | 143,71 |

| | | | | | | | | |
|--------------|----------|--|------|-------|-------|------|-----------------------|---------------|
| 5.5.2 | M | Faja en falso techo formado por una placa de yeso laminado hidrófugo de 13 mm de espesor, colocada sobre una estructura oculta de acero galvanizado, formada por perfiles T/C de 47 mm cada 40 cm y perfilera U de 34x31x34 mm, i/replanteo auxiliar, accesorios de fijación, nivelación y repaso de juntas con cinta y pasta, montaje y desmontaje de andamios, terminado s/NTE-RTC, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2. Placas de yeso laminado, pasta de juntas, accesorios de fijación y perfilera con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. Faja de 0,30m hasta 1,20m de anchura. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario masculino | 1 | 7,90 | 8,50 | | 67,15 | |
| | | Vestuario femenino | 1 | 7,20 | 8,50 | | 61,20 | |
| | | Aseo oficina | 1 | 4,80 | 3,20 | | 15,36 | |
| | | | | | | | 143,71 | 143,71 |
| | | | | | | | Total m: | 143,71 |

| | | | | | | | | |
|--------------|-----------|--|------|-------|-------|------|------------------------|---------------|
| 5.5.3 | M² | Falso techo registrable, situado a una altura menor de 4 m, constituido por placas de escayola aligerada semiperforadas fonoabsorbentes de 60x60 cm, suspendido de forjado o cubierta mediante perfilera semivista lacada en blanco, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo mediante varillas y cuelgues, i/p.p. de accesorios de fijación, montaje y desmontaje de andamios, instalado s/NTE-RTP-17, medido deduciendo huecos. Placas de escayola y perfilera con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Despachos - Oficina | 2 | 10,00 | 6,60 | | 132,00 | |
| | | Sala de reuniones - Oficina | 1 | 10,00 | 6,60 | | 66,00 | |
| | | Recibidor - Oficina | 1 | 5,00 | 11,00 | | 55,00 | |
| | | | | | | | 253,00 | 253,00 |
| | | | | | | | Total m²: | 253,00 |

5.6.- ACABADOS

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|-------|----|--|----------|-------|-------|------|---------|----------|
| 5.6.1 | M² | Suministro y ejecución de pavimento de baldosas cerámicas de gres porcelánico de formato a decidir, de dimensiones aproximadas entre 60x60 cm, recibidas con adhesivo cementoso de ligantes mixtos (tipo Pegolandporcelanico flexible de la casa Grupo Puma o similar), color gris, con doble encolado y rejuntadas con lechada de cemento balnco, L BL-V22,5, para juna mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma toanalidad de las piezas (tipo Morcemcloro Plus Flexible de la casa Grupo Puma o similar). Incluso p/p de limpieza, comprobación de la superficie soporte, replanteos, cortes, formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5mm, en los limites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales existentes en el soporte, eliminación del material sobrante del rejuntado y limpieza final del pavimento. Incluye: limpieza y comprobación de la superficie soporte. Replanteo de los niveles de acabado. Replanteo de la disposición de las baldosas y juntas de movimiento. Aplicación del adhesivo. Colocación de las baldosas a punta de paleta. Formación de juntas de paleta. Formación de juntas de partición, perimetrales y estructurales. Rejuntado. Eliminación y limpieza del material sobrante. Limpieza final del pavimento material. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario masculino | 1 | 7,90 | | 3,00 | 23,70 | |
| | | Vestuario femenino | 1 | 7,20 | | 3,00 | 21,60 | |
| | | Aseo oficina | 1 | 4,80 | | 3,50 | 16,80 | |
| | | | | | | | 62,10 | 62,10 |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | </ | | | | | | |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | | | | | Medición | |
|--|----|--|------|-------|-------|------|------------------------|-----------------------|
| | | | | | | | Total m²: 143,71 | |
| 5.7.2 | M² | Suministro y ejecución de pavimento mediante el método de colocación en capa fina, de baldosas cerámicas de gresporcelánico 30x60. Antideslizante Clase 2; recibidas con mortero de cemento o adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color gris con doble encolado, y rejuntadas con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de limpieza, comprobación de la superficie soporte, replanteos, cortes, formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5 mm, en los límites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales existentes en el soporte, eliminación del material sobrante del rejuntado y limpieza final del pavimento. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Despachos - Oficina | | | 2 | 10,00 | 6,60 | | 132,00 | |
| Sala de reuniones - Oficina | | | 1 | 10,00 | 6,60 | | 66,00 | |
| Recibidor - Oficina | | | 1 | 5,00 | 11,00 | | 55,00 | |
| | | | | | | | 253,00 | 253,00 |
| | | | | | | | Total m²: 253,00 | |
| 5.7.3 | M | Suministro y ejecución de rodapié cerámico de gres de gres rectificado Alcalá Gres, de idéntico material al del solado, de 9 cm, recibido con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores gris y rejuntado con mortero de juntas cementos con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de limpieza, comprobación de la superficie soporte, replanteos, cortes, formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5 mm, en los límites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales existentes en el soporte, eliminación del material sobrante del rejuntado y limpieza final del pavimento. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Oficina | | | 1 | 70,00 | | | 70,00 | |
| | | | | | | | 70,00 | 70,00 |
| | | | | | | | Total m: 70,00 | |
| 5.8.- FONTANERÍA Y ACS | | | | | | | | |
| 5.8.1.- Tuberías de agua fría y caliente | | | | | | | | |
| 5.8.1.1 | M | Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2" DN 50 mm de diámetro. | | | | | | Total m: 100,00 |
| 5.8.1.2 | Ud | Contador de agua fría de lectura directa, de chorro simple, "ALB", caudal nominal 2,5 m³/h, diámetro 3/4", temperatura máxima 30°C, presión máxima 16 bar, válvulas de esfera con conexiones roscadas hembra de 3/4" de diámetro. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Aseos | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | | | | | | Total Ud: 1,00 | |
| 5.8.1.3 | Ud | Grupo de presión de agua, de accionamiento regulable mediante tecnología Inverter, modelo AP-HI-B/10-2 "EBARA", formado por: dos bombas centrífugas multicelulares CVM B/10, con una potencia de 0,75x2 kW, equipo de regulación y control con variador de frecuencia (presión constante), depósito de membrana, de chapa de acero de 20 l, bancada, cuadro eléctrico y soporte metálico. | | | | | | Total Ud: 1,00 |
| 5.8.1.4 | Ud | Válvula de compuerta de latón fundido, de diámetro 1". | | | | | | Total Ud: 1,00 |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|------------------------|----|--|----------|-------|-------|------|----------------|----------|
| 5.8.1.5 | Ud | Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha, realizada con polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Dotacion para vestuarios | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | | | | | | Total Ud | 1,00 |
| 5.8.1.6 | Ud | Filtro de cartucho de tela filtrante, rosca de 2", caudal de 20 m³/h, con dos llaves de paso de esfera. | | | | | | |
| | | | | | | | Total Ud | 1,00 |
| 5.8.2.- Generación ACS | | | | | | | | |
| 5.8.2.1 | Ud | Bomba de calor para producción de A.C.S., aire-agua, para instalación en interior, con interfaz de usuario con pantalla LCD y control digitalBombas de calor AerotermiaMundoclimate para ACS 200 Litros ESC300RM11SO. Tensión 220 V, capacidad 190 l, con estándares de eficiencia energética COP 3,50 W/W, presión sonora 48 dB, dimensiones altura 1580 mm y Ø 568 mm, peso 90 kg.Condiciones de trabajo: -7/43 °C Potencia cedida/consumida: 1.85/0.53. COP: 3.5 / Consumo mín-máx: 2.4-11.5 A. Caudal de aire: 350 m3/h. Nivel sonoro: 48 dB (A) | | | | | | |
| | | | | | | | Total Ud | 2,00 |
| 5.8.2.2 | Ud | Acumulador de acero vitrificado, de suelo, 1000 l, 800 mm de diámetro y 2200 mm de altura. | | | | | | |
| | | | | | | | Total Ud | 1,00 |
| 5.8.2.3 | Ud | Electrobomba centrífuga, de latón, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW. | | | | | | |
| | | | | | | | Total Ud | 1,00 |
| 5.8.3.- Otros | | | | | | | | |
| 5.8.3.1 | Pa | Legalización de la instalación y suministro de documentación a la finalización de las obras de fontanería y ACS (manuales de la instalación, documentación técnica de equipos, proyecto definitivo con planos "as- built", legalización en organismos competentes como Dep. Industria de la Comunidad Autónoma), así como toda la documentación indicada en el documento PLIEGO DE CONDICIONES. Incluyendo cuantas gestiones sean necesarias ante los organismos competentes y pago de tasas. | | | | | | |
| | | | | | | | Total Pa | 1,00 |
| 5.8.3.2 | Pa | Señalización de instalación, mediante etiquetas según UNE 1063, de tuberías, válvulas y demás accesorios en sala de bombas, patinillos y lugares de paso de tuberías. Incluso elaboración de panel con esquema de principio explicativo de la instalación, según indicaciones de la dirección facultativa. Incluso instalación y pruebas, con todos los medios, accesorios y operaciones necesarias para su correcta instalación. | | | | | | |
| | | | | | | | Total Pa | 1,00 |
| 5.9.- SANITARIOS | | | | | | | | |
| 5.9.1 | Ud | Conjunto de lavabo completo de porcelana vitrificada blanca modelo Roca Victoria de semipedestal o equivalente, colocado con pedestal y con anclajes a la pared, con grifería monomando cromado Modelo Roca Victoria o equivalente, con rompechorros, incluso válvula de desagüe de 32 mm., sifón y tubo de desagüe, llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", totalmente instalado y funcionando. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario Masculino | 5 | | | | 5,00 | |
| | | Vestuario Femenino | 5 | | | | 5,00 | |
| | | Aseos Oficinas | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | | 14,00 | 14,00 |
| | | | | | | | Total Ud | 14,00 |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|-------------------------|----|---|----------|-------|-------|------|---------|----------|
| 5.9.2 | Ud | Inodoro completo de porcelana vitrificada blanca modelo Roca Victoria o equivalente, de tanque bajo, serie normal colocado mediante tacos y tornillos al solado, incluso sellado con silicona, y compuesto por: taza, tanque bajo con tapa y mecanismos y asiento con tapa lacados, con bisagras de acero inoxidable, instalado, incluso codo y enchufe de saneamiento, con llave de escuadra de 1/2" cromada y latiguillo flexible de 20 cm y de 1/2", totalmente instalado y funcionando. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario Masculino | 4 | | | | 4,00 | |
| | | Vestuario Femenino | 5 | | | | 5,00 | |
| | | Aseos Oficinas | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | | 13,00 | 13,00 |
| | | Total Ud | | | | | | 13,00 |
| 5.9.3 | Ud | Urinario mural completo de porcelana vitrificada blanca modelo Roca Site Mural o equivalente, colocado mediante anclajes de fijación a la pared, y dotado de tapón de limpieza y manguito, instalado con grifo temporizador/fluxor de descarga manual para urinarios, incluso enlace de 1/2" y llave de escuadra de 1/2" cromada, incluso sifón y conexión a saneamiento, totalmente instalado y funcionando. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario Masculino | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | | 4,00 | 4,00 |
| | | Total Ud | | | | | | 4,00 |
| 5.9.4 | Ud | Plato de ducha completo de porcelana vitrificada blanca modelo Roca Italia o equivalente, con grefería de monomando de ducha modelo Roca Victoris o equivalente y rociador de ducha antivandálico DC06. Incluso sellado perimetral, con válvula de desagüe, totalmente instalado y funcionando. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario Masculino | 6 | | | | 6,00 | |
| | | Vestuario Femenino | 6 | | | | 6,00 | |
| | | | | | | | 12,00 | 12,00 |
| | | Total Ud | | | | | | 12,00 |
| 5.10.- ACCESORIOS ASEOS | | | | | | | | |
| 5.10.1 | Ud | Dosificador de jabón Mediclinics de acero inoxidable AISI 304 o equivalente, con capacidad de 1 l. y cerradura antirrobo, instalados con tacos de plástico y tornillos a la pared. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario Masculino | 5 | | | | 5,00 | |
| | | Vestuario Femenino | 5 | | | | 5,00 | |
| | | Aseos Oficinas | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | | 14,00 | 14,00 |
| | | Total Ud | | | | | | 14,00 |
| 5.10.2 | Ud | Suministro y colocación de colgador para baño o ducha, simple, de acero inoxidable AISI 304, acabado satinado, fijado al soporte con las sujeciones suministradas por el fabricante. Totalmente montado. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario Masculino | 6 | | | | 6,00 | |
| | | Vestuario Femenino | 6 | | | | 6,00 | |
| | | | | | | | 12,00 | 12,00 |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|---------------------|----|--|-----------------|-------|-------|------|---------|----------|
| | | | Total Ud: | | | | 12,00 | |
| 5.10.3 | Ud | Suministro y montaje de portarrollos de acero inoxidable AISI 304, modelo para papel higiénico industrial 250/300 m. y cerradura. Colocado mediante anclajes de fijación a la pared. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | | | | | | |
| Vestuario Masculino | | | 4 | | | | 4,00 | |
| Vestuario Femenino | | | 5 | | | | 5,00 | |
| Aseos Oficinas | | | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | | 13,00 | 13,00 |
| | | | Total Ud: | | | | 13,00 | |
| 5.10.4 | Ud | Suministro de papelería de acero inoxidable AISI 304 o equivalente, con tapa autorretorno con capacidad de 30 l. Instalada con tacos a la pared. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | | | | | | |
| Vestuario Masculino | | | 1 | | | | 1,00 | |
| Vestuario Femenino | | | 1 | | | | 1,00 | |
| Aseo oficina | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 3,00 | 3,00 |
| | | | Total Ud: | | | | 3,00 | |
| 5.10.5 | Ud | Suministro y colocación de dispensador de toallas de papel plegada, carcasa de acero inoxidable AISI-304, capacidad para 800 unidades y cerradura de seguridad. Colocado empotrado en la pared. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | | | | | | |
| Vestuario Masculino | | | 2 | | | | 2,00 | |
| Vestuario Femenino | | | 2 | | | | 2,00 | |
| Aseos Oficinas | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 5,00 | 5,00 |
| | | | Total Ud: | | | | 5,00 | |
| 5.10.6 | Ud | Suministro y montaje de bacteriostático empotrado para higienizar y eliminar los gérmenes y malos olores de urinarios e inodoros. Carcasa de acero inoxidable AISI-304 y cerradura de seguridad. Colocado mediante anclajes de fijación a la pared incluyendo conexionado eléctrico. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | | | | | | |
| Vestuario Masculino | | | 3 | | | | 3,00 | |
| Vestuario Femenino | | | 3 | | | | 3,00 | |
| Aseos Oficinas | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 7,00 | 7,00 |
| | | | Total Ud: | | | | 7,00 | |
| 5.10.7 | M² | Espejo plateado realizado con un vidrio Planilux de 5 mm. plateado por su cara posterior con cantos pulidos, adherido a tablero de DM hidrófugo de 16 mm. de espesor, canteado en melamina color aluminio. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | | | | | | |
| Vestuario Masculino | | | 5 | | | | 5,00 | |
| Vestuario Femenino | | | 5 | | | | 5,00 | |
| Aseos Oficinas | | | 4 | | | | 4,00 | |

| Nº | Ud | Descripción | | | | | Medición | |
|---------------|-----------|---|------|-------|-------|------|-----------------------|--------------|
| | | | | | | | 14,00 | 14,00 |
| | | | | | | | Total m² | 14,00 |
| 5.10.8 | Pa | Suministro e instalación de pictogramas de aseos y vestuarios, en las puertas de acceso a los mismos, indicando en cada caso aseo o vestuario, y masculino o femenino. Totalmente instalados en todas las puertas de aseos y vestuarios. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | | | | | | Total Pa | 1,00 |

| | | | | | | | |
|-----------------------------------|----------------|---|-------|-------|------|---------|---------------|
| 5.11.1 | M ² | Formación de capa de pintura plástica con textura lisa, color a elegir, acabado mate, sobre paramentos verticales interiores, mediante aplicación de una mano de fondo de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa como fijador de superficie y dos manos de acabado con pintura plástica en dispersión acuosa tipo II según UNE 48243 (rendimiento: 0,187 l/m ² cada mano). Incluso p/p de preparación del soporte mediante limpieza y aplicación local de plaste de interior aplicado con espátula, llana o equipo neumático, y medios auxiliares. Medición descontando huecos mayores de 2m2. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Oficina | | | | | | | |
| Despacho 1 | | 1 | 33,00 | | 3,50 | 115,50 | |
| Despacho 2 | | 1 | 33,00 | | 3,50 | 115,50 | |
| Sala reuniones | | 1 | 33,00 | | 3,50 | 115,50 | |
| Archivo | | 1 | 20,00 | | 3,50 | 70,00 | |
| Recepción | | 1 | 31,60 | | 3,50 | 110,60 | |
| | | | | | | 527,10 | 527,10 |
| Total m²: | | | | | | | 527,10 |

21

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición |
|--------|----|--|------------------------|
| | | | Total m²: 443,35 |
| 5.11.3 | M | Formación de capa de esmalte sintético, color a elegir, acabado brillante, sobre superficie de acero laminado en estructuras metálicas, mediante aplicación de dos manos de imprimación anticorrosiva, como fijador de superficie y protector antioxidante, con un espesor mínimo de película seca de 45 micras por mano (rendimiento: 0,111 l/m²) y dos manos de acabado con esmalte sintético a base de resinas alcídicas, con un espesor mínimo de película seca de 35 micras por mano (rendimiento: 0,08 l/m²). Incluso limpieza y preparación de la superficie a pintar, mediante medios manuales hasta dejarla exenta de grasas, antes de comenzar la aplicación de la 1ª mano de imprimación. p/p de medios auxiliares. | |
| | | | Total m: 400,00 |
| 5.11.4 | Pa | Suministro y aplicación de pintura sobre superficies interiores de hormigón o de mortero autonivelante, a base de resina epoxi y endurecedor amínico en emulsión acuosa, acabado semibrillante, color a definir por la DF, para el marcado de limitación de almacenamiento, recorridos peatonales, etc, con una anchura de línea de 10 cm. Incluso p/p de limpieza previa del polvo existente en su superficie, preparación mecánica de la base para eliminación de lechadas y líquidos de curado, replanteo y encintado. Totalmente terminado, incluso medios auxiliares. | |
| | | | Total PA: 1,00 |

5.12.- CARPINTERÍA ALUMINIO

| | | | | | | | |
|---------|----------------|--|-------|-------|------|----------------------|----------|
| 5.12.1 | Ud | <p>Suministro y colocación de carpintería de aluminio, lacado especial para fijo de ventana de fachada de 60x100 +ventana practicable, oscilobatiente de 60x85 (anchox alto) cm en fachada, y con premarco. Compuesta por perfiles extrusionados formando marcos y hojas de sección 60x68x1,6 mm de espesor mínimo en perfiles estructurales, con rotura de puente térmico obtenida por inserción de varillas aislantes de poliamida 6.6 de 32 a 35 mm. de profundidad reforzadas con un 25 % de fibra de vidrio. Accesorios, herrajes de colgar y apertura, juntas de acristalamiento de EPDM, tornillería de acero inoxidable, elementos de estanqueidad, accesorios y utillajes de mecanizado homologados.</p> <p>Elaborada en taller, estanqueidad por un sistema de triple junta de EPDM. Categorías alcanzadas en banco de ensayos: Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2000 Clase 4, Estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 Clase E1200, Resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2000 Clase C5.</p> <p>I/p.p de suministro y colocación de doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", conjunto formado por vidrio exterior Templar.liteSolar.lite Azul de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, 6+(12)+3+3 mm. con butiral transparente intermedio.</p> <p>Sellado y remates de juntas.</p> <p>Totalmente montada, acabada y rematada.</p> <p>Se deberá confirmar en obra dimensiones finales de hueco</p> | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Oficina | | | | | | | |
| | Despacho 1 | 3 | | | | 3,00 | |
| | Despacho 2 | 1 | | | | 1,00 | |
| | Sala reuniones | 2 | | | | 2,00 | |
| | Archivo | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 7,00 | 7,00 |
| | | | | | | Total Ud: 7,00 | |

Presupuesto parcial nº 6 CUBIERTA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|----------------|----|---|----------|--------|-------|------|----------|----------|
| 6.1 | M² | Cubierta de panel sándwich, con marcado CE (EN 14509) con nervio central rigidizador y sistema estanco de machiembado con fijación oculta mediante tapajuntas. Espesor de 40 mm, ancho 1100 mm; compuesto por chapa exterior e interior de acero galvanizado y pre-lacado de 0,5 mm de espesor en color, a definir según DF. Aislamiento intermedio con núcleo de Polisocianurato sin CFC's, de densidad 40 kg/m3, con reacción al fuego según Euroclases B-s2,d0. i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8,9,10 y 11. Medida en proyección horizontal. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 1 | 75,00 | 20,00 | | 1.500,00 | |
| | | | | | | | 1.500,00 | 1.500,00 |
| Total m² | | | | | | | 1.500,00 | |
| 6.2 | M | Suministro y colocación de canalón aislado de chapa simple de 1250 mm de desarrollo, de chapa galvanizada de 1,5 mm, sobre viga Dalla de hormigón. Aislamiento intermedio mendiante manta de lana de vidrio IBR-80 de Isover o equivalente. Unión de piezas mediante soldaura a testa y capa de imprimación de minio. Incluso sellado de todas las juntas exteriores de chapas. Incluso tapas en los bordes. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 1 | 150,00 | | | 150,00 | |
| | | | | | | | 150,00 | 150,00 |
| Total m | | | | | | | 150,00 | |
| 6.3 | Ud | Suministro e instalación de embocadura de bajante de chapa galvanizada de 3 mm de espesor, hasta DN160, soldada a canalón y con imprimación de minio en soldadura. Incluso suministro y colocación de rejilla para hojas. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 4 | 8,00 | | | 32,00 | |
| | | | | | | | 32,00 | 32,00 |
| Total Ud | | | | | | | 32,00 | |
| 6.4 | M | Suministro y colocación de remate de cumbrera, formado por chapa inferior prelacada y plegada de 0.8 mm de espesor y 625 mm de desarrollo, remangado de valles en paneles de cubierta, junta estanca, y remate de cumbrera exterior, plegado y troquelado de chapa prelacada y plegada de 0.8 mm de espesor y 625 mm de desarrollo. Union entre piezas mediante solape de chapas de al menos 2 cm con sellado interior oculto no expuesto de silicona inalterable. Incluso sellado de todas las juntas exteriores de chapas. Con elementos de fijación necesarios realizados en acero inoxidable con arandela y paraguas con junta de goma de la resistencia adecuada según cálculo y en cantidad suficiente para finalizar el trabajo, Incluso con parte proporcional de mermas por los recortes, ajuste perimetral y todos los medios auxiliares necesarios para su correcto montaje, completamente terminado. Incluso reparto, y limpieza de restos de material. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 300 | | | | 300,00 | |
| | | | | | | | 300,00 | 300,00 |
| Total m | | | | | | | 300,00 | |
| 6.5 | M | Suministro e instalación de línea de vida definitiva para realizar el mantenimiento de cubierta, compuesta por cable de acero de 12mm de sección anclado mediante fijaciones mecánicas a bastidores sujetos a correas en cumbrera, incluso sistema de tensores para los cables homologados. Sobre el sistema terminado se realizará una prueba de carga dinámica con lastre de 150Kg en cada uno de los tramos instalados. Se deberá aportar plan de revisiones y mantenimiento de todos los elementos instalados. Totalmente terminada. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 1 | 75,00 | | | 75,00 | |
| | | | | | | | 75,00 | 75,00 |

Presupuesto parcial nº 6 CUBIERTA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | |
|-----|----|--|----------------|-------|------|---------|----------|
| | | | Total m: | | | | 75,00 |
| 6.6 | Ud | Escalera de gato (o vertical de seguridad) con jaula de protección para salvar una altura de 14 m exterior y de 2 m interior. Peldaños antideslizantes de 30×30 mm, ancho escalera 52 cm, barandilla de 112 en cabeza de escalera la escalera. Según Normativa Europea EN 14122-4. Incluso montaje con garras para recibido a obra y separadas 30 cm., incluso recibido de albañilería. Se incluye tanto la escalera exterior en fachada, como la interior en peto de cubierta y el descansillo superior de paso de una escalerra a otra con barandilla. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud: | | | | | 1,00 |

Presupuesto parcial nº 7 CONTRA INCENDIOS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|--------------------------|----|--|----------|-------|-------|------|---------|----------|
| 7.1.- Extintores | | | | | | | | |
| 7.1.1 | Ud | Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, alojado en armario metálico con puerta acristalada, de 700x280x210 mm. Incluso luna incolora y accesorios de montaje. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 16 | | | | 16,00 | |
| Oficina | | | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | | 20,00 | 20,00 |
| Total ud | | | | | | | 20,00 | |
| 7.1.2 | Ud | Extintor portátil de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, con 5 kg de agente extintor, con manguera y trompa difusora, alojado en armario metálico con puerta acristalada, de 700x280x210 mm. Incluso luna incolora y accesorios de montaje. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 8 | | | | 8,00 | |
| Oficina | | | 2 | | | | 2,00 | |
| | | | | | | | 10,00 | 10,00 |
| Total ud | | | | | | | 10,00 | |
| 7.2.- Carteles | | | | | | | | |
| 7.2.1 | Ud | Placa de señalización de equipos contra incendios, de poliestirenofotoluminiscente, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 33 | | | | 33,00 | |
| Oficina | | | 8 | | | | 8,00 | |
| | | | | | | | 41,00 | 41,00 |
| Total ud | | | | | | | 41,00 | |
| 7.2.2 | Ud | Placa de señalización de medios de evacuación, de poliestirenofotoluminiscente, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación. | | | | | | |
| Total ud | | | | | | | 65,00 | |
| 7.3.- Detección y Alarma | | | | | | | | |
| 7.3.1 | Pa | Central de detección automática de incendios, convencional, microprocesada, de 2 zonas de detección, con caja metálica y tapa de ABS, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, panel de control con indicador de alarma y avería y conmutador de corte de zonas. Incluso baterías. | | | | | | |
| Total PA | | | | | | | 1,00 | |
| 7.3.2 | Ud | Detector óptico de humos convencional, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a humos claros, para alimentación de 12 a 30 Vcc, con doble led de activación e indicador de alarma color rojo, salida para piloto de señalización remota y base universal. Incluso elementos de fijación. | | | | | | |
| Total ud | | | | | | | 4,00 | |
| 7.3.3 | Ud | Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Incluso elementos de fijación. | | | | | | |
| Total ud | | | | | | | 15,00 | |
| 7.3.4 | Ud | Suministro e instalación en paramento interior de sirena electrónica, de color rojo, con señal acústica, alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 14 mA. Incluso elementos de fijación. | | | | | | |
| Total ud | | | | | | | 15,00 | |

Presupuesto parcial nº 7 CONTRA INCENDIOS

| Nº | Ud | Descripción | Medición |
|---------------|----|---|----------|
| 7.3.5 | M | Cableado formado por cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. | |
| Total m | | | 600,00 |

7.4.- Luminarias de Emergencias

| | | | |
|----------------|----|---|--------|
| 7.4.1 | Ud | Suministro y colocación de bloque autónomo de emergencia IVERLUX o similar, IP44 IK 04, de superficie, empotrado o estanco (caja estanca: IP66 IK08), de 100 Lúm. LED, con caja de empotrar blanca o negra, con difusor transparente o biplano opal. Piloto testigo de carga LED blanco. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Base y difusor contruidos en policarbonato resistente a la prueba del hilo incandescente 850°. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Medida la unidad instalada. Incluso limpieza completa de tajos y retirada de restos a vertedero, elaboracion planos de taller o replanteo para aprobación previa por la Dirección falcultativa, de acuerdo con memoria técnica, pliego de condiciones y planos, unidad totalmente terminada y funcionando. | |
| Total ud | | | 100,00 |

7.5.- Hidrante

| | | | |
|----------------|----|---|------|
| 7.5.1 | Ud | Suministro y colocación de Hidrante de arqueta, de 3", con 1 boca, 1x2 1/2 (70), con válvula de compuerta, codo, racor de 70 Barcelona, tapa de aluminio fundido, cerco y tapa circular de hierro fundido para acera. Medida la unidad instalada. Cumple con la normativa vigente UNE, según se exige en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios. Totalmente instalado. | |
| Total ud | | | 1,00 |

Presupuesto parcial nº 8 SANEAMIENTO

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | | |
|---------------------------------------|-----------|--|----------------------|-------|-------|------|---------|----------|
| 8.1.- RED DE SANEAMIENTO URBANIZACIÓN | | | | | | | | |
| 8.1.1 | M | Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada y protección contra raíces, formado por tubo de PVC de doble pared, la exterior corrugada y la interior lisa, color teja RAL 8023, diámetro nominal 110 mm, rigidez anular nominal 8 kN/m², y sección circular, con una pendiente mínima del 1.0%, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso p/p de accesorios, piezas especiales, juntas y lubricante para montaje. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones. Totalmente montado, conexionado y probado mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). | Total m: 30,00 | | | | | |
| 8.1.2 | Ud | Formación de pozo de registro de elementos prefabricados de hormigón en masa, de 1,00 m de diámetro interior y de hasta 2,1 m de altura útil interior, formado por: solera de 25 cm de espesor de hormigón armado HA-30/B/20/IIb+Qb ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20x20 de Ø 8 mm, acero B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; base prefabricada de hormigón en masa, de 125x125x100 cm, para pozo de 100 cm de diámetro interior, unión rígida machihembrada con junta de goma, según UNE-EN 1917, resistencia a compresión mayor de 250 kg/cm²; anillo prefabricado de hormigón en masa, para pozo, unión rígida machihembrada con junta de goma, según UNE-EN 1917, de 100 cm de diámetro interior y 50 cm de altura, resistencia a compresión mayor de 250 kg/cm² y finalmente como remate superior un cono asimétrico para brocal de pozo, prefabricado de hormigón en masa, unión rígida machihembrada con junta de goma, según UNE-EN 1917, de 100 a 60 cm de diámetro interior y 60 cm de altura, resistencia a compresión mayor de 250 kg/cm², con cierre de tapa circular estanca con bloqueo y marco de fundición clase D-400 según UNE-EN 124, carga de rotura 400 kN, instalado en calzadas de calles. Incluso preparación del fondo de la excavación, formación de canal en el fondo del pozo con hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb, empalme y rejuntado del encuentro de los colectores con el pozo y sellado de juntas con mortero, recibido de pates, anillado superior, recibido de marco, ajuste entre tapa y marco y enrase de la tapa con el pavimento I/P.P de escalera de pates para acceso a pozo. Totalmente montado, conexionado y probado mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio), incluyendo la excavación y el relleno del trasdós con material granular. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Pluviales | | 1 | | | | 1,00 | |
| | Fecales | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 2,00 | 2,00 |
| | | | Total Ud: 2,00 | | | | | |
| 8.1.3 | Ud | Suministro y montaje de arqueta de paso enterrada, de dimensiones interiores 70x70x65 cm, prefabricada de hormigón armado sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 15 cm de espesor, con marco y cierre de tapa estanca y marco de fundición clase D-400 según UNE-EN 124, carga de rotura 400 kN, atornillada. Incluso excavación mecánica y relleno del trasdós con material granular, conexiones de conducciones y remates con red enterrada y bajantes o colectores hasta cara superior de solera con tubería de PEAD con secciones según proyecto. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). | Total Ud: 1,00 | | | | | |
| 8.1.4 | M | Suministro y montaje de acometida general de saneamiento a la red general, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales a la red general del municipio, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formada por tubo de PVC liso u hormigón armado, serie SN-8, rigidez anular nominal 8 kN/m², colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, con sus correspondientes juntas y piezas especiales. Incluso demolición y levantado del firme existente y posterior reposición con hormigón en masa HM-20/P/20/I o asfalto, y conexión con la red general de saneamiento, sin incluir la excavación previa de la zanja y el posterior relleno principal de la misma. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Fecales | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |

Presupuesto parcial nº 8 SANEAMIENTO

| Nº | Ud | Descripción | | | | | | Medición | |
|---------------------------------------|----|---|-------|-------|------|-------------|----------|-----------------|-------|
| | | | | | | | | Total m: | 1,00 |
| 8.1.5 | Ud | Suministro y montaje de imbornal prefabricado de hormigón fck=25 MPa, de 69X30x100 cm de medidas interiores, para recogida de aguas pluviales, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 10 cm de espesor y rejilla de fundición dúctil normalizada, clase D-400 según UNE-EN 124, compatible con hormigón o asfalto en caliente, abatible y antirrobo, con marco de fundición del mismo tipo, enrasada al pavimento. Totalmente instalado y conexionado a la red general de desagüe, incluyendo el relleno del trasdós con material granular y excavación. | | | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal | | |
| Pluviales | | 8 | | | | 8,00 | | | |
| | | | | | | <u>8,00</u> | 8,00 | | |
| | | | | | | | | Total Ud: | 8,00 |
| 8.2.- RED SANEAMIENTO INTERIOR | | | | | | | | | |
| 8.2.1 | M | Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada y protección contra raíces, formado por tubo de PVC liso, serie SN-2, diámetro nominal 50 mm, rigidez anular nominal 2 kN/m², y sección circular, con una pendiente mínima del 1.0%, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso p/p de accesorios, piezas especiales, juntas y lubricante para montaje. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones.Totalmente montado, conexionado y probado mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). | | | | | | | |
| | | | | | | | | Total m: | 60,00 |

Presupuesto parcial nº 9 CONTROL DE CALIDAD

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | |
|--------------------------------|----|--|----------|-------|------|----------------|----------|
| 9.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | | |
| 9.1.1 | 1 | Granulometría por tamizado UNE 103101 | | | | | |
| | 1 | Límites de Atterberg UNE 103103 Y 103104 | | | | | |
| | 1 | Materia orgánica UNE 103204 | | | | | |
| | 1 | Sales solubles NLT 114 | | | | | |
| | 1 | Yesos NLT 115 | | | | | |
| | 1 | Colapso NLT 254 | | | | | |
| | 1 | Hinchamiento libre UNE 103601 | | | | | |
| | 1 | C.B.R. en laboratorio UNE 103502 | | | | | |
| | 1 | Proctor modificado (UNE 103501) | | | | | |
| | 5 | Densidad “in situ” | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | | | | | Total | 1,00 |
| 9.2.- CIMENTACION Y ESTRUCTURA | | | | | | | |
| 9.2.1 | Pa | Toma de muestras de hormigón fresco (UNE-EN 12350-1), incluso medida asiento en cono de Abrams (UNE EN 12350-2), fabricación y curado .De cinco (5) probetas cilíndricas de 15x30 cm., y Refrentado y rotura de al menos 4 probetas (UNE-EN 12390-2 y 3) | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 210 | | | | 210,00 | |
| | | | | | | 210,00 | 210,00 |
| | | | | | | Total PA | 210,00 |
| 9.2.2 | Pa | 6 Resistencia a tracción UNE EN 10002-1 | | | | | |
| | | 6 Doblado-desdoblado UNE 36068-099 | | | | | |
| | | 6 Características geométricas y sección Equivalente UNE 36068-099 | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | | | | | Total PA | 1,00 |
| 9.2.3 | Pa | Ensayo completo de armadura pasiva, según Art. 88 de EHE-08: características geométricas, Resistencia a tracción, ensayo de doblado-Desdoblado, resistencia del despegue de nudos. UNE EN ISO 1530-1/2. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 3 | | | | 3,00 | |
| | | | | | | 3,00 | 3,00 |
| | | | | | | Total PA | 3,00 |
| 9.3.- ALBAÑILERIA | | | | | | | |
| 9.3.1 | 2 | Dimensiones y tolerancias UNE EN 772-16 | | | | | |
| | 2 | Volumen de huecos UNE EN 772-3 | | | | | |
| | 2 | Succión UNE EN 772-11 | | | | | |
| | 2 | Absorción de agua UNE EN 771-1 Anexo C | | | | | |
| | 2 | Resistencia a compresión UNE EN 772-1 | | | | | |
| | 1 | Heladicidad UNE 67028 | | | | | |
| | 1 | Eflorescencia UNE 67029 | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | | | | | Total | 1,00 |

Presupuesto parcial nº 9 CONTROL DE CALIDAD

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | |
|-----------------------------------|----|---|--------------|-------|----------------|---------|----------|
| 9.4.- SOLADOS Y ALICATADOS | | | | | | | |
| 9.4.1 | 3 | Fabricación, curado y rotura a flexión y compresión de 6 probetas de 4x4x16a 7 y 28 días UNE EN 1015-11 | 140,40 €/Ud. | | | | |
| | 3 | Esgurrimiento en mesa de sacudidas UNE EN 1015-3 | 92,50 €/Ud. | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | 1,00 | 1,00 | |
| | | | | | Total | 1,00 | |
| 9.4.2 | 1 | Características geométricas UNE EN ISO 10545-2 | 81,00 €/Ud. | | | | |
| | 1 | Absorción de agua UNE EN ISO 10545-4 | 60,10 €/Ud. | | | | |
| | 1 | Resistencia flexión. UNE EN ISO 10545-4 | 179,20 €/Ud. | | | | |
| | 1 | Dureza del rayado según Mohs UNE 67101 | 37,00 €/Ud. | | | | |
| | 1 | Resistencia química UNE EN ISO 10545-8 | 150,40 €/Ud. | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | 1 | | | | | 1,00 | |
| | | | | | 1,00 | 1,00 | |
| | | | | | Total | 1,00 | |
| 9.5.- SANEAMIENTO | | | | | | | |
| 9.5.1 | Ud | Prueba servicio instalación de saneamiento | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | 1,00 | 1,00 | |
| | | | | | Total Ud | 1,00 | |
| 9.6.- FONTANERIA | | | | | | | |
| 9.6.1 | Ud | Prueba servicio instalación de fontanería | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | 1,00 | 1,00 | |
| | | | | | Total Ud | 1,00 | |
| 9.7.- ELECTRICIDAD | | | | | | | |
| 9.7.1 | Ud | Prueba servicio instalación electricidad | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | 1,00 | 1,00 | |
| | | | | | Total Ud | 1,00 | |
| 9.8.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | | | | | | | |
| 9.8.1 | Ud | Prueba servicio instalación pc incendios | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | 1,00 | 1,00 | |
| | | | | | Total Ud | 1,00 | |

Presupuesto parcial nº 10 SEGURIDAD Y SALUD

| Nº | Ud | Descripción | | | | | Medición |
|------|----|--------------------------|-------|-------|------|-------------|----------|
| 10.1 | | Seguridad y salud s/ ESS | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | | | | | Total | 1,00 |

Presupuesto parcial nº 11 VARIOS

| Nº | Ud | Descripción | Medición |
|-----------------|-----------|---|-----------------|
| 11.1 | M | Bordillo recto de 35x15 cm para uso en calzada, bicapa, UNE-EN 1340, colocado sobre base de hormigón no estructural (HNE-20/P/20) de 20 cm de espesor y rejuntado con mortero de cemento, industrial, M-5. Incluso excavación de zanja si es necesario con retirada de tierras sobrantes a camión y a vertedero, hormigón, nivelación, etc. Incluso cánon de vertido. | |
| Total m: | | | 400,00 |
| 11.2 | Pa | Partida alzada de mobiliario de oficina, incluyendo escritorios de oficina, armarios, estanterías, mesas para juntas, así como aparatos electrónicos tales como teléfonos, ordenadores, impresoras, destructores de papel. | |
| Total PA: | | | 1,00 |

2. Presupuestos

Presupuesto parcial nº 1 IMPLANTACIÓN EN OBRA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|-----|------|--|----------|---------------|-------|------|---------------|---------------|
| 1.1 | Mmes | Alquiler m./mes de valla metálica móvil de módulos prefabricados de 3,50x2,00 m. de altura, enrejados de malla de D=5 mm. de espesor con cuatro pliegues de refuerzo, bastidores verticales de D=40 mm. y 1,50 mm. de espesor, todo ello galvanizado en caliente, sobre soporte de hormigón prefabricado de 230x600x150 mm., separados cada 3,50 m., accesorios de fijación, incluso montaje y desmontaje. s/R.D. 486/97. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Zona acceso | 1 | 373,00 | | | 373,00 | |
| | | | | | | | 373,00 | 373,00 |
| | | Total mmes | | 373,00 | | | 1,49 | 555,77 |
| 1.2 | Mes | Mes de alquiler de caseta doble prefabricada para dirección de obra, de dimensiones 4.88x7,00 m (34,00 m²), con despachos y aseo. Compuesta por: estructura metálica, cerramiento de chapa con terminación de pintura prelacada, cubierta de chapa, aislamiento interior, instalaciones de fontanería, saneamiento, climatización, conexión de telecomunicaciones y electricidad, tubos fluorescentes y punto de luz exterior, termo eléctrico, ventanas de aluminio con luna y rejas, puerta de entrada de chapa, suelo contrachapado hidrófugo con acabado en pvc, 1 inodoro y lavabo, equipamiento de despachos. Incluso conexiones con las redes de saneamiento, fontanería y electricidad, equipamiento de aseos. Totalmente equipada, instalada y funcionando. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 6 | | | | 6,00 | |
| | | | | | | | 6,00 | 6,00 |
| | | Total mes | | 6,00 | | | 145,00 | 870,00 |
| 1.3 | Mes | Mes de alquiler de caseta prefabricada para almacén de obra de 5,98x2,45x2,45 m. de 14,65 m2. Estructura de acero galvanizado. Cubierta y cerramiento lateral de chapa galvanizada trapezoidal de 0,6 mm. reforzada con perfiles de acero, interior prelacado. Suelo de aglomerado hidrófugo de 19 mm. puerta de acero de 1 mm., de 0,80x2,00 m. pintada con cerradura y candado. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 6 | | | | 6,00 | |
| | | | | | | | 6,00 | 6,00 |
| | | Total mes | | 6,00 | | | 92,00 | 552,00 |
| 1.4 | Mes | Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos y vestuarios en obra de 5,98x2,45x2,63 m. Estructura y cerramiento de chapa galvanizada pintada, aislamiento de poliestireno expandido. Ventana de 0,84x0,80 m. de aluminio anodizado, corredera, con reja y luna de 6 mm., termo eléctrico de 50 l., dos placas turcas, cuatro placas de ducha, pileta de cuatro grifos, todo de fibra de vidrio con terminación de gel-coat blanco y pintura antideslizante, suelo contrachapado hidrófugo con capa fenolítica antideslizante y resistente al desgaste, puerta madera en turca, cortina en ducha, taquillas. Tubería de polibutileno aislante y resistente a incrustaciones, hielo y corrosiones, instalación eléctrica mono. 220 V. con automático. Con transporte a 150 km.(ida y vuelta). Entrega y recogida del módulo con camión grúa. Según R.D. 486/97. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 6 | | | | 6,00 | |
| | | | | | | | 6,00 | 6,00 |
| | | Total mes | | 6,00 | | | 142,00 | 852,00 |
| 1.5 | Ud | Acometida provisional de fontanería de obra, incluso conexión a la red general del edificio existente, formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación de zanjas en terrenos de consistencia dura, realizada con tubo de polietileno de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, incluso derechos y permisos para la conexión, terminada y funcionando, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/l y con p.p. de medios auxiliares. | | | | | | |

Presupuesto parcial nº 1 IMPLANTACIÓN EN OBRA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|-----------|----|---|----------|-------|-------|-------------|-----------------|-----------------|
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud | | | | 1,00 | 117,69 | 117,69 |
| 1.6 | Ud | Acometida provisional de saneamiento a obra, incluso conexión a la red existente, formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, formada por tubería de PVC , conexión a pozo de registro, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y con p.p. de medios auxiliares. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud | | | | 1,00 | 156,41 | 156,41 |
| 1.7 | Ud | Acometida provisional de electricidad a obra, incluso conexión a la red general de compañía o nave existente, permisos, tasas, autorizaciones y tramitación. Acometida a la red general municipal en caso de ser necesario, formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, conexión a red y arqueta, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y extendido de firme, con p.p. de medios auxiliares. Incluso cuadro general de obra y todo el cableado y medios auxiliares necesarios. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud | | | | 1,00 | 1.071,21 | 1.071,21 |
| 1.8 | Ud | Acometida provisional de Telecomunicaciones a caseta prefabricada de dirección de obra, incluso conexión a la red existente o mediante conexión inalámbrica. Formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación de zanjas en terrenos de consistencia dura, canalización y cableado, incluso derechos y permisos para la conexión, terminada y funcionando, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y con p.p. de medios auxiliares. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Caseta DF | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud | | | | 1,00 | 135,00 | 135,00 |
| 1.9 | Ud | Acometida provisional de fontanería a caseta de dirección de obra y aseos de obra, incluso conexión a la red general del edificio existente, formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación de zanjas en terrenos de consistencia dura, realizada con tubo de polietileno de alta densidad y para 10 atmósferas de presión máxima con collarín de toma de fundición, p.p. de piezas especiales de polietileno y tapón roscado, terminada y funcionando, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y con p.p. de medios auxiliares. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Caseta DF | | | 1 | | | | 1,00 | |
| Aseos | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 2,00 | 2,00 |
| | | Total Ud | | | | 2,00 | 135,00 | 270,00 |

Presupuesto parcial nº 1 IMPLANTACIÓN EN OBRA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|------|----|---|-------------|-------|-------|------|---------------|---------------|
| 1.10 | Ud | Acometida provisional de saneamiento a caseta de obra y aseos. Incluso conexión a la red existente, formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, formada por tubería de PVC , conexión a pozo de registro, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y con p.p. de medios auxiliares. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Caseta DF | 1 | | | | 1,00 | |
| | | Aseos | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 2,00 | 2,00 |
| | | Total Ud: | 2,00 | | | | 156,41 | 312,82 |
| 1.11 | Ud | Acometida provisional de electricidad a caseta de obra, incluso conexión desde el cuadro general provisional a subcuadro de caseta, permisos, tasas, autorizaciones y tramitación. Formada por: rotura del pavimento con compresor en caso de ser necesario, excavación mecánica de zanjas de saneamiento en terrenos de consistencia dura, conexión a red y arqueta, tapado posterior de la acometida y reposición del pavimento con hormigón en masa HM-20/P/40/I y extendido de firme, con p.p. de medios auxiliares. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Caseta DF | 1 | | | | 1,00 | |
| | | Aseos | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 2,00 | 2,00 |
| | | Total Ud: | 2,00 | | | | 315,00 | 630,00 |
| 1.12 | Ud | Cuadro de obra trifásico 63 A, compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster de 600x500 cm. con salida lateral por toma de corriente y salida interior por bornes fijos, soportes, manecilla de sujeción y/o anillos de elevación, con cerradura, MT General de 4x63 A., 3 diferenciales de 2x40 A. 30 mA, 4x40 A. 30 mA y 4x63 A. 300 mA, respectivamente, 6 MT por base, tres de 2x16 A., dos de 4x32 A. y uno de 4x63 A., incluyendo cableado, rótulos de identificación, 6 bases de salida y p.p. de conexión a tierra, instalado (amortizable en 4 obras) s/ITC-BT-33 del REBT, RD 842/2002 de 02/08/2002 y UNE-EN 60439-4. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Nave | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud: | 1,00 | | | | 750,60 | 750,60 |
| 1.13 | Ud | Toma de tierra para una resistencia de tierra $R \leq 80$ Ohmios y una resistividad $R=150$ Oh.m. formada por arqueta de ladrillo macizo de 24x11,5x7 cm, tapa de hormigón armado, tubo de PVC de D=75 mm, electrodo de acero cobrizado 14,3 mm y 200 cm, de profundidad hincado en el terreno, línea de t.t. de cobre desnudo de 35 mm ² , con abrazadera a la pica, instalado. MI BT 039. s/R.D. 486/97, R.D. 614/2001, UNE-EN 998-1:2010 y UNE-EN 998-2:2004. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud: | 1,00 | | | | 161,07 | 161,07 |
| 1.14 | M | Sistema provisional de protección de borde de forjado, clase A, que proporciona resistencia sólo para cargas estáticas y para superficies de trabajo con un ángulo de inclinación máximo de 10°, formado por: barandilla, de polipropileno reforzado con fibra de vidrio, de 1015 mm de altura y 1520 mm de longitud, amortizable en 20 usos y guardacuerpos fijos de seguridad fabricados en acero de primera calidad con pintura anticorrosiva, de 37x37 mm y 1100 mm de longitud, separados entre sí una distancia máxima de 1,52 m y fijados al forjado con soporte mordaza, amortizables en 20 usos. Incluso p/p de mantenimiento en condiciones seguras durante todo el periodo de tiempo que se requiera y desmontaje. | | | | | | |

Presupuesto parcial nº 1 IMPLANTACIÓN EN OBRA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|--|------------|---|----------|-------|-------|--------------|------------------|------------------|
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Forjado Oficinas | 1 | 20,00 | | | 20,00 | |
| | | | | | | | 20,00 | 20,00 |
| | | Total m | | | | 20,00 | 23,80 | 476,00 |
| 1.15 | Mes | Alquiler, montaje y desmontaje, durante 30 días naturales, de andamio tubular de escalera normalizado, tipo multidireccional "ATES", hasta 15 m de altura máxima , formado por estructura tubular de acero galvanizado en caliente, de 48,3 mm de diámetro y 3,2 mm de espesor, sin duplicidad de elementos verticales, compuesto por plataformas de escalera interior, barandilla normalizada. Incluso p/p de red flexible, tipo mosquitera monofilamento, de polietileno 100%. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Cubierta | 1 | | | | 1,00 | |
| | | Forjado Oficinas | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 2,00 | 2,00 |
| | | Total mes | | | | 2,00 | 535,61 | 1.071,22 |
| 1.16 | Pa | Limpieza final obra completa, incluyendo soleras, cubiertas, fachadas, oficinas completas, vestuarios y salas anexas, urbanización y vial público en caso de ser necesario. Incluso parte proporcional de medios auxiliares y material de limpieza. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Pa | | | | 1,00 | 13.254,00 | 13.254,00 |
| Total presupuesto parcial nº 1 IMPLANTACIÓN EN OBRA : | | | | | | | | 21.235,79 |

Presupuesto parcial nº 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|----------------------|----|---|----------------|-------|-------|----------|----------|----------|
| 2.1 | M² | <p>Desbroce y limpieza del terreno realizado con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: restos de cimentaciones, soleras, rampas, árboles, plantas, tocones, equipamientos deportivos, vallas publicitarias, maleza, broza, escombros, basuras o cualquier otro material existente.</p> <p>Incluso transporte de la maquinaria, carga a camión, transporte a vertedero y pago del canon correspondiente.</p> <p>Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Protección de las tierras durante el transporte mediante el uso de toldos. Parte proporcional de medios auxiliares.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Parcela | | | 1 | 80,00 | 25,00 | | 2.000,00 | |
| | | | | | | | 2.000,00 | 2.000,00 |
| | | | Total m² | | | 2.000,00 | 0,20 | 400,00 |
| 2.2 | M³ | <p>Excavación en vaciado en tereno compacto existente, realizado con medios mecánicos. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión.</p> <p>Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Protección de la excavación frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía. Parte proporcional de medios auxiliares.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Parcela | | | 1 | 80,00 | 25,00 | 0,20 | 400,00 | |
| | | | | | | | 400,00 | 400,00 |
| | | | Total m³ | | | 400,00 | 5,50 | 2.200,00 |
| 2.3 | M³ | <p>Excavación de tierras en terreno compacto para formación de zanjas y pozos de cimentaciones, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión.</p> <p>Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos y laterales a mano, con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Zapatas | | | 1 | 40,00 | | | 40,00 | |
| Hormigón de limpieza | | | 1 | 10,00 | | | 10,00 | |
| | | | | | | | 50,00 | 50,00 |
| | | | Total m³ | | | 50,00 | 5,50 | 275,00 |
| 2.4 | M³ | <p>Formación de relleno a cielo abierto con tierra seleccionada de préstamo; y compactación en tongadas sucesivas de 30 cm de espesor máximo mediante equipo mecánico formado por rodillo vibratorio tándem articulado, hasta alcanzar un grado de compactación no inferior al 100% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Normal. Incluso carga, transporte y descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos.</p> <p>Incluso p.p. de relleno de trasdós de muros de cimentación y urbanización.</p> <p>Incluye: Acopio de materiales. Transporte y descarga del material a pie de tajo. Extendido del material de relleno en capas de grosor uniforme. Riego de la capa. Compactación y nivelación. Protección del relleno frente al paso de vehículos para evitar rodaduras. Parte proporcional de medios auxiliares.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Parcela | | | 1 | 80,00 | 25,00 | 0,20 | 400,00 | |
| | | | | | | | 400,00 | 400,00 |
| | | | Total m³ | | | 400,00 | 9,50 | 3.800,00 |

Presupuesto parcial nº 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|-----|----|---|----------|--------|-------|------|---------------|-----------------|
| 2.5 | M³ | <p>Transporte de tierras con camión de los productos procedentes de la excavación de cualquier tipo de terreno a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, situado a una distancia máxima de 20 km, considerando el tiempo de espera para la carga a máquina en obra, ida, descarga, vuelta y coste del vertido y pago de cánon correspondiente.</p> <p>Incluye: Transporte de tierras a vertedero específico, instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra o centro de valorización o eliminación de residuos, con protección de las mismas mediante su cubrición con lonas o toldos.</p> <p>Criterio de medición: Se medirá, incluyendo el esponjamiento, el volumen de tierras realmente transportado según especificaciones de Proyecto.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vaciado | 1 | 400,00 | | | 400,00 | |
| | | Pozos y zanjas | 1 | 50,00 | | | 50,00 | |
| | | | | | | | 450,00 | 450,00 |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | esponjamiento 25% | 0,25 | 450,00 | | | 112,50 | |
| | | | | | | | 112,50 | 112,50 |
| | | | | | | | 562,50 | 562,50 |
| | | Total m³: | | | | | 562,50 | 3,20 |
| | | Total presupuesto parcial nº 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS : | | | | | | 8.475,00 |

Presupuesto parcial nº 3 CIMENTACIONES

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|--|----|---|----------|-------|-------|----------|----------|-----------|
| 3.1 | M³ | Hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de hormigón HL-200/B/20, fabricado en central y vertido desde camión, en el fondo de la excavación previamente realizada. Incluye: Replanteo. Colocación de toques y/o formación de maestras. Vertido y compactación del hormigón. Coronación y enrase del hormigón. Criterio de medición de proyecto: Volumen sobre el volumen teórico de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto. Criterio de medición de obra: Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Zapatas tipo 1 | | | 52 | | | 0,20 | 7,68 | |
| | | | | | | | 8,96 | 8,96 |
| Total m³: | | | | | | 8,96 | 75,69 | 678,18 |
| 3.2 | M³ | Formación de zapatas de hormigón armado HA-25/B/30/Ila fabricado en central y vertido contra el terreno en excavación previa, con una cuantía de acero B 500 S UNE 36068 según documentación de proyecto elaborado, transportado y puesto en obra según la Instrucción EHE. Incluye: El transporte y movimiento vertical y horizontal de los materiales en obra, incluso carga y descarga de los camiones. Encofrado lateral metálico. Colocación de la armadura, incluido arranque de pilares, con separadores homologados. Colocación de pasatubos. Vertido y vibrado del hormigón. Coronación y enrase de cimientos. Desencofrado. Curado del hormigón. Protección y señalización de las armaduras salientes de espera. Limpieza final de la base del soporte. Parte proporcional de medios auxiliares. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Zapatas tipo 1 | | | 32 | 1,20 | 1,00 | 0,80 | 30,72 | |
| | | | | | | | 35,84 | 35,84 |
| Total m³: | | | | | | 35,84 | 143,33 | 5.136,95 |
| 3.3 | M² | Formación de solera de hormigón en masa de 15 cm de espesor, armada con fibras, realizada con hormigón HM-20/B/12/Ila fabricado en central y vertido desde camión, armada con fibras de polipropileno y con malla de 15x15x6 mm, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica con cuarzo de color GRIS según documentación gráfica de proyecto. Incluso p/p encofrados laterales con berenjeno, formación de pendientes, preparación de la superficie de apoyo, extendido y vibrado del hormigón mediante regla vibrante, formación de juntas de hormigonado y panel de poliestireno expandido de 2 cm de espesor para la ejecución de juntas de contorno, encachado de piedra de 15 cm; emboquillado o conexión de los elementos exteriores (cercos de arquetas, sumideros, botes sifónicos, etc.) de las redes de instalaciones ejecutadas bajo la solera; y aserrado de las juntas de retracción, por medios mecánicos, con una profundidad de 1/3 del espesor de la solera y posterior sellado con masilla elástica. Incluso lámina de polietileno de alta densidad sobre el encachado. Incluye: Preparación de la superficie de apoyo del hormigón, comprobando la densidad y las rasantes. Replanteo de las juntas de hormigonado. Tendido de niveles mediante toques, maestras de hormigón o reglas. Riego de la superficie base. Formación de juntas de hormigonado y contorno. Vertido y compactación del hormigón. Conexión de los elementos exteriores. Curado del hormigón. Fratasado de la superficie. Aserrado de juntas de retracción. Limpieza y sellado de juntas. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 1 | 80,00 | 20,00 | | 1.600,00 | |
| | | | | | | | 1.600,00 | 1.600,00 |
| Total m²: | | | | | | 1.500,00 | 20,57 | 30.855,00 |
| Total presupuesto parcial nº 3 CIMENTACIONES : | | | | | | | | 36.670,13 |

Presupuesto parcial nº 4 ESTRUCTURA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|----------------|-----------------|--|----------|--------|-------|------|-----------|-----------|
| 4.1 | Kg | Acero laminado S275 JR, en perfiles laminados en caliente para vigas, pilares, placas de anclaje, zunchos correas y cerchas, mediante uniones soldadas; i/p.p. de soldaduras, cortes, piezas especiales, despuntes y dos manos de protección anticorrosiva a base de zinc, totalmente montado y colocado. Según CTE-DB-SE-A. y NTE-EAS/EAV | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Pilares | | | | | | | | |
| | IPE 330 | | 32 | 338,40 | | | 10.828,80 | |
| | IPE 300 | | 12 | 197,60 | | | 2.371,20 | |
| | Correas C160 | | 256 | 35,35 | | | 9.049,60 | |
| | Forjado IPE 270 | | 60 | 40,50 | | | 2.430,00 | |
| | Dintel IPE 300 | | 32 | 197,60 | | | 6.323,20 | |
| | Arriostramiento | | 40 | 47,50 | | | 1.900,00 | |
| | | | | | | | 32.902,80 | 32.902,80 |
| Total kg | | | | | | | 32.902,80 | 1,84 |
| | | | | | | | | 60.541,15 |

4.2.- CERRAJERÍA METÁLICA

4.2.1.- CERRAMIENTO PARCELA

| | | | | | | | | |
|--|---------|---|------|--------|-------|------|---------|----------|
| 4.2.1.1 | M | Formación de cerramiento de parcela mediante panel de malla electrosoldada con pliegues de refuerzo, de 200x50 mm de paso de malla, reducido a 50x50 mm en las zonas de pliegue, y 5 mm de diámetro, de 1,50m de altura, acabado galvanizado y lacado en color a elegir similar al existente y postes de perfil hueco de sección rectangular, de 60x40x2 mm, separados 2 m entre si, empotrados en muros con huecos rellenos de hormirón (incluido) o atornillados sobre muretes de fábrica u hormigón. Incluso p/p de elementos de sujeción de los paneles a los postes metálicos y accesorios, y medios auxiliares. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Parcela | | 1 | 400,00 | | | 400,00 | |
| | | | | | | | 400,00 | 400,00 |
| Total m | | | | | | | 400,00 | 20,74 |
| | | | | | | | | 8.296,00 |
| Total subcapítulo 4.2.1.- CERRAMIENTO PARCELA: | | | | | | | | 8.296,00 |

4.2.2.- BARANDILLAS Y PISO ESCALERAS

| | | | | | | | | |
|---------------|-------------------|---|---------------|-------|-------|------|---------|----------|
| 4.2.2.1 | M | Barandilla metálica de tubo hueco de acero galvanizado de 90 cm de altura, con bastidor sencillo y montantes y barros verticales, para escalera de tramos rectos con meseta, con pasamanos de 5 cm de diámetro, fijada mediante atornillado en obra de fábrica, estructura metálica, forjado o estructura de hormigón. Según plano de detalles. Medido en proyección horizontal. Completamente montada. i/p.p de medios auxiliares. | | | | | | |
| | | | Total m | | | | 5,00 | 140,00 |
| | | | | | | | | 700,00 |
| 4.2.2.2 | M | Sumistro y montaje de escalones escalera interior realizados con chapa lagrimada plegada de 5/7 mm. de espesor, galvanizada, con 300 mm de huella y sin contrahuella, montados sobre perfiles de acero laminado y atronillados a estos, con tornillos de acero inox. Totalmente montados. Según planos de detalles. i/p.p de medios auxiliares. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Escalera oficinas | | 23 | 1,00 | | | 23,00 | |
| | | | | | | | 23,00 | 23,00 |
| Total m | | | | | | | 23,00 | 40,00 |
| | | | | | | | | 920,00 |
| 4.2.2.3 | M² | Sumistro y montaje de escalones escalera interior realizados con chapa lagrimada plegada de 5/7 mm. de espesor, galvanizada, montadas sobre perfiles de acero laminado y atronillados a estos, con tornillos de acero inox. Totalmente montadas. Según planos de detalles. i/p.p de medios auxiliares. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |

Presupuesto parcial nº 4 ESTRUCTURA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|---|----|-------------|----------|--------|----------|
| Escalera oficinas | 1 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | |
| | | | | 1,00 | 1,00 |
| Total m²: | | | | 1,00 | 40,00 |
| Total subcapítulo 4.2.2.- BARANDILLAS Y PISO ESCALERAS: | | | | | 1.660,00 |

4.2.3.- CERRAMIENTO PROTECCIÓN SOLAR

- 4.2.3.1 M²** Suministro y colocación de celosía de lamas decorativas de perfiles de perfiles tubulares con perfilera de aleación de aluminio 6063 y tratamiento térmico T-5. Estructura portante compuesta por perfiles de soporte tipo COR-2746 sobre los que se fijan los perfiles de clipaje tipo COR-9002 en los que se colocan las lamas y celosías, asegurando una perfecta resistencia a flexión ante la acción del viento y las sobrecargas de nieve, vidrio y peso propio. Colocación de las lamas en horizontal, utilizando una tapas en los extremos realizadas por corte láser y con tratamiento lacado. Acabado superficial lacado color a elegir, efectuado con un ciclo completo que comprende desengrase, decapado de limpieza en sosa cáustica, lavado, oxidación controlada, secado y termolacado mediante polvos de poliéster con aplicación electrostática y posterior cocción a 200 ° C. La calidad de la capa de lacado estará garantizada por el sello QUALICOAT estando su espesor comprendido entre 60 y 100 micras. l/p.p de medios auxiliares, grúas y elementos de elevación. Unidad completamente terminada.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|---|------|-------|-------|------|---------|-----------|
| Ventanas oficina | 4 | 1,50 | 1,20 | | 4,20 | |
| | | | | | 4,20 | 4,20 |
| Total m²: | | | | 4,20 | 165,00 | 693,00 |
| Total subcapítulo 4.2.3.- CERRAMIENTO PROTECCIÓN SOLAR: | | | | | | 693,00 |
| Total subcapítulo 4.2.- CERRAJERÍA METÁLICA: | | | | | | 10.649,00 |

- 4.3 M** Formación de protección pasiva contra incendios de estructura metálica para alturas superiores a 3 metros, mediante la aplicación de revestimiento intumescente, en emulsión acuosa monocomponente, color blanco, acabado mate liso, hasta conseguir una resistencia al fuego de 60 minutos, con un espesor mínimo de 637 micras. Incluso p/p de rascado de óxidos, limpieza superficial y aplicación de una mano de imprimación selladora de dos componentes, a base de resinas epoxi y fosfato de zinc, color gris, con un rendimiento no menor de 0,125 l/m² (para un espesor mínimo de película seca de 50 micras). Incluye: Todas. Preparación y limpieza de la superficie soporte. Aplicación de una mano de imprimación. Aplicación de las manos de acabado.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|----------------|------|-------|-------|--------|---------|----------|
| IPE300 | 32 | 1,20 | | 8,00 | 307,20 | |
| IPE330 | 8 | 0,85 | | 8,00 | 54,40 | |
| | | | | | 361,60 | 361,60 |
| Total m: | | | | 361,60 | 23,81 | 8.609,70 |

- 4.5 U** Suministro y colocación de placa de anclaje de acero S275JR en perfil plano, de 300x300 mm y espesor 15 mm, con 4 pernos de acero corrugado UNE-EN 10080 B 500 S de 16 mm de diámetro y 30 cm de longitud total, atornillados con arandelas, tuerca y contratuerca, incluso parte proporcional de vertido de 2cm de mortero resistente sin retracción. Incluso formación de capa de esmalte sintético, color a elegir, acabado satinado, sobre superficie de acero laminado en estructuras metálicas, mediante aplicación de dos manos de imprimación anticorrosiva epoxidica, como fijador de superficie y protector antioxidante, con un espesor mínimo de película seca de 35 micras por mano (rendimiento: 0,08 l/m²) y dos manos de acabado con esmalte sintético a base de resinas alcídicas, con un espesor mínimo de película seca de 40 micras por mano (rendimiento: 0,11 l/m²). Incluso limpieza y preparación de la superficie a pintar, mediante medios manuales hasta dejarla exenta de grasas, antes de comenzar la aplicación de la 1ª mano de imprimación. Incluso repasos tras soldaduras.

| | | | |
|----------------|------|-------|--------|
| Total u: | 8,00 | 42,00 | 336,00 |
|----------------|------|-------|--------|

Presupuesto parcial nº 4 ESTRUCTURA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|--|-----------|--------------------|-----------------|---------------|------------------|
| Total presupuesto parcial nº 4 ESTRUCTURA : | | | | | 80.135,85 |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|----|----|-------------|----------|--------|---------|
|----|----|-------------|----------|--------|---------|

5.1.- TABIQUERÍA

5.1.1.- TABIQUERÍA DE FÁBRICA

- 5.1.1.1 M²** Suministro y formación de tabique de bloque de hormigón visto, fábrica de bloques huecos de hormigón gris estándar de 40x20x20cm; colocado a una cara vista, recibidos con mortero de cemento CEM II/B-M 32,5N y arena de río M-5, con refuerzos verticales y horizontales, mediante costillas Allwall AW-COS 10/7 - 150mm o similar, con empotramiento en la base de los dos cordones longitudinales mayor 15cm, con epoxi (separación entre costillas detalle en planos) y armadura de tendel RND 4/Z - 150mm, tipo Murfor o similar, formados por dos alambres longitudinales paralelos soldados en el mismo plano a un alambre diagonal en zigzag, construido con alambre de acero galvanizado con capacidad de resistencia a rotura de 550N/mm² y límite elástico de al menos 500N/mm², con sección transversal mínima de 25mm² para anchuras inferiores a 16cm y de 35mm² para anchuras superiores a 16cm., alambres longitudinales de la armadura corrugados, para conseguir un mejor anclaje en el mortero. Soldaduras de armados con resistencia a fuerza de cizalladura de al menos 2500N. Para el uso de muros interiores, se recurre a un elemento de armadura de acero galvanizado en caliente con una capa de zinc de al menos 70g/m², del tipo RND/Z de 150 mm de ancho. Disposición de armadura en horizontal y vertical según los detalles de proyecto y dependiendo de la altura del cerramiento. Solapes de armadura de al menos de 25 cm. Recubrimiento de armaduras de al menos 3 mm de mortero. Dinteles armados en las dos hiladas superiores, sobrepasando las armaduras 50 cm a cada lado del hueco, y disponiendo ganchos cada 40cm, engarzado en el alambre diagonal de la armadura. Costillas verticales ancladas a forjado o solera mediante perforación y relleno con epoxi. Separación entre juntas de dilatación conforme a lo indicado en la memoria del Proyecto. Primera hilada macizada, y armadas las dos primeras hiladas del apoyo de la fábrica.
i/p.p. refuerzo de tabique 500mm en todo el perímetro de hueco según detalles; formación de dinteles, zunchos, jambas, ejecución de encuentros y piezas especiales, llagueado, roturas, replanteo, nivelación, aplomado, limpieza y medios auxiliares, s/NTE-FFB6 y CTE-SE-F. Medida deduciendo superiores a 1m². Incluso pp de formación de huecos con cerco metálico de chapa plegada 7x20x7 y 6mm de espesor y ayudas a las distintas instalaciones.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|---|------|-------|-------|---------------|--------------|------------------|
| Oficinas | 1 | 70,00 | | 3,00 | 210,00 | |
| Cuarto caldera | 1 | 6,00 | | 3,00 | 18,00 | |
| Vestuario masculino | 1 | 33,70 | | 3,00 | 101,10 | |
| Vestuario femenino | 1 | 23,10 | | 3,00 | 69,30 | |
| Almacén | 1 | 46,40 | | 3,00 | 139,20 | |
| | | | | | 537,60 | 537,60 |
| Total m²: | | | | 537,60 | 41,80 | 22.471,68 |
| Total subcapítulo 5.1.1.- TABIQUERÍA DE FÁBRICA: | | | | | | 22.471,68 |

5.1.2.- TABIQUERÍA DE CARTÓN YESO

- 5.1.2.1 M²** Trasdosado autoportante por una cara formado por una placa de cartón yeso de 15 mm de espesor, atornillada a una estructura metálica de acero galvanizado de canales horizontales y montantes verticales de 46 mm y 0,6 mm de espesor, con una modulación de 400 mm e/e. i/p.p. de replanteo auxiliar, nivelación, ejecución de ángulos, recibido de cercos, paso de instalaciones, tratamiento de juntas con cinta, limpieza, terminado y listo para pintar liso, s/NTE-PTP, medido descontando huecos. Aislamiento interior con panel semi-rígido de lana de roca no revestido ROCKCALM-E- 211 de 50mm de espesor. Incluso ayudas a las distintas instalaciones.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|------------------------|------|-------|-------|---------------|--------------|-----------------|
| Oficinas | 1 | 70,00 | | 3,50 | 245,00 | |
| | | | | | 245,00 | 245,00 |
| Total m²: | | | | 245,00 | 19,00 | 4.655,00 |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|--------------------|----|--|----------|-------|-------|--------|---------|-----------|
| 5.1.2.2 | M² | Trasdosado autoportante por una cara formado por una placa de cartón yeso hidrófuga de 15 mm de espesor, atornillada a una estructura metálica de acero galvanizado de canales horizontales y montantes verticales de 46 mm y 0,6 mm de espesor, con una modulación de 400 mm e/e. i/p.p. de replanteo auxiliar, nivelación, ejecución de ángulos, recibido de cercos, paso de instalaciones, tratamiento de juntas con cinta, limpieza, terminado y listo para pintar liso, s/NTE-PTP, medido descontando huecos. Aislamiento interior con panel semi-rígido de lana de roca no revestido ROCKCALM-E- 211 de 50mm de espesor. Incluso ayudas a las distintas instalaciones. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario masculino | 1 | 33,70 | | 3,00 | 101,10 | |
| | | Vestuario femenino | 1 | 23,10 | | 3,00 | 69,30 | |
| | | Baño oficinas | 1 | 16,50 | | 3,50 | 57,75 | |
| | | | | | | | 228,15 | 228,15 |
| | | Total m²: | | | | 228,15 | 21,00 | 4.791,15 |
| 5.1.2.3 | M² | Tabique, de hasta 4 m de altura, en divisiones interiores formada por cuatro placas de cartón-yeso de 15 mm de espesor, atornilladas dos a dos a cada lado de una estructura metálica de acero galvanizado de canales horizontales y montantes verticales de 70 mm y 0,6 mm de espesor, con una modulación de 400 mm e/e. i/p.p. de replanteo auxiliar, nivelación, ejecución de ángulos, recibido de cercos, paso de instalaciones, tratamiento de juntas con cinta, limpieza, terminado y listo para pintar liso, s/NTE-PTP, medido descontando huecos. El tabique se ejecutará sobre banda acústica tanto inferior como superior. Incluso ayudas a las distintas instalaciones. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Oficinas | 1 | 32,15 | | 3,50 | 112,53 | |
| | | | | | | | 112,53 | 112,53 |
| | | Total m²: | | | | 112,53 | 33,00 | 3.713,49 |
| 5.1.2.4 | M² | Aislamiento térmico para fachadas, particiones interiores y medianerías formada por lana mineral IsoverAcustilaine 70 constituido por un panel rígido de lana de roca de 60 mm de espesor cumpliendo la norma UNE EN 13162 Productos Aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación con una conductividad térmica de 0,034 W/(m·K), clase de reacción al fuego A1 y código de designación MW-EN 13162-T3-WS-MU1. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Oficinas | 1 | 32,15 | | 3,50 | 112,53 | |
| | | | | | | | 112,53 | 112,53 |
| | | Total m²: | | | | 112,53 | 11,50 | 1.294,10 |
| | | Total subcapítulo 5.1.2.- TABIQUERÍA DE CARTÓN YESO: | | | | | | 14.453,74 |
| | | Total subcapítulo 5.1.- TABIQUERÍA: | | | | | | 36.925,42 |
| 5.2.- AISLAMIENTOS | | | | | | | | |
| 5.2.1 | M² | Aislamiento de forjado de oficinas, en zonas interiores no climatizadas (nave, talleres, aseos y vestuarios), por su cara inferior, con paneles rígidos de lana de roca no cubiertos del tipo Rocksol-E 2-525 de 50 mm de espesor o equivalente, densidad 150 kg/m3, conductividad térmica 0.041 W/(m²K), resistencia térmica 1.2 m²K/W, fijados al forjado a través de omegas de chapa de acero galvanizadas ancladas mecánicamente. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Bajo oficinas | 1 | 20,00 | 15,00 | | 300,00 | |
| | | | | | | | 300,00 | 300,00 |
| | | Total m²: | | | | 300,00 | 19,22 | 5.766,00 |
| 5.2.2 | M² | Aislamiento sobre falso techo, formado por panel de lana mineral natural (LMN), no revestido, suministrado en rollos, Ultracoustic R "KNAUF INSULATION" o similar, de 45 mm de espesor. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |

Presupuesto parcial n° 5 ALBAÑILERÍA

| N° | Ud | Descripción | Medición | | Precio | Importe |
|---------------------------------------|----|-------------|----------|--|--------|----------|
| Sobre oficinas | 1 | 20,00 | 15,00 | | 300,00 | |
| | | | | | 300,00 | 300,00 |
| Total m²: | | | | | 300,00 | 8,50 |
| | | | | | | 2.550,00 |
| Total subcapítulo 5.2.- AISLAMIENTOS: | | | | | | 8.316,00 |

5.3.- CARPINTERÍA METÁLICA

5.3.1.- PUERTAS GALVANIZADAS DE PASO EN FACHADA

| | | | | | | | |
|--|----|---|-------|-------|------|----------|----------|
| 5.3.1.1 | Ud | Fabricación, suministro y colocación de puerta batiente por puerta de una hoja de hueco de 0.90x2.10, realizada mediante: Puerta: Cerco metálico realizado con perfiles de chapa de acero conformados en frío. Compuesta por doble bandeja de chapa de acero galvanizado con aislamiento interior de lana mineral. Herrajes de cuelgue en tres puntos con herraje doble superior, con conjunto de muelles fuerza 2/4 modelo TS 2000 de la marca GEZE. Cerradura interior con barra antipánico para puerta de una hoja simple, cerradura de resbalón. Manilla de nylon negro con alma de acero. Cilindro, llave, amaestrado según plan integral, escudos, lacada, topes de suelo con amortiguador de 35x50 mm de diámetro en acero Inoxidable, totalmente montada y acabada. Nota: amaestrado en grupos con maestra y gran maestra, marcado del código indicado en plan de llaves, tanto en cilindro como en llaves (total de 4 copias). i.p.p Plan de llaves. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Puerta auxiliar | 1 | | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| Total Ud: | | | | | 1,00 | 225,00 | 225,00 |
| 5.3.1.2 | Ud | Fabricación, suministro y colocación de puerta batiente de dos hojas, para una dimension de hueco de 1.90X2.50, realizada mediante: .- Cerco metálico realizado con perfiles de chapa de acero conformados en frío. .- Hojas de chapa de acero galvanizado de 2x0.90x2.50, compuesta por paños inferior y superior de lamas horizontales de ventilación y con todo el ancho útil de la hoja. Lamas fijas con salto de 50 mm entre ellas para una correcta ventilación, con malla antipajaros. Perfil troquelado para la sujeción de lateral de las lamas .- Herrajes de cuelgue en tres punto con herraje doble superior. .- Cerradura con llave amaestrada. Fallebas interiores. .- Lacada en color gris o a elegir por DF Unidad totalmente acabada y funcionando Se deberá confirmar en obra dimensiones finales de hueco | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Entrada principal | 1 | | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| Total Ud: | | | | | 1,00 | 1.075,00 | 1.075,00 |
| Total subcapítulo 5.3.1.- PUERTAS GALVANIZADAS DE PASO EN FACHADA: | | | | | | | 1.300,00 |

5.3.2.- CARPINTERÍA METÁLICA INTERIOR

| | | | | | | | |
|---------------------|----|---|-------|-------|------|---------|----------|
| 5.3.2.1 | Ud | Fabricación, suministro y colocación de puerta batiente por puerta de una hoja de hueco de 0.90x2.10 , realizada mediante: Puerta: Cerco metálico realizado con perfiles de chapa de acero conformados en frío. compuesta por doble bandeja de chapa de acero galvanizado con aislamiento interior de lana mineral. Herrajes de cuelgue en tres puntos con herraje doble superior, con conjunto de muelles fuerza 2/4 modelo TS 2000 de la marca GEZE. Cerradura interior, cierre con resbalón, cilindro, llaves,escudos, amaestrado según plan integral. Manilla de nylon negro con alma de acero. Lacada, totalmente montada y acabada. Nota: amaestrado en grupos con maestra y gran maestra, marcado del código indicado en plan de llaves, tanto en cilindro como en llaves (total de 4 copias). i.p.p Plan de llaves. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Vestuario masculino | 1 | | | | | 1,00 | |
| Vestuario femenino | 1 | | | | | 1,00 | |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|--|----|-------------|----------|--------|----------|
| Entrada oficinas | 1 | | | 1,00 | |
| Cuarto caldera | 1 | | | 1,00 | |
| | | | | 4,00 | 4,00 |
| Total Ud: | | | 4,00 | 422,10 | 1.688,40 |
| Total subcapítulo 5.3.2.- CARPINTERÍA METÁLICA INTERIOR: | | | | | 1.688,40 |

5.3.3.- CIERRAPUERTAS

5.3.3.1 Suministro y colocación de cierrapuertas aéreo colocado con guía con retención estándar. Capacidad de montaje normal, invertido reverso, invertido y reverso. Fuerza de cierre desde EN2 a EN5, según el sistema de montaje elegido. Válvulas independientes de regulación de velocidad de cierre y de golpe final. Norma UNE EN 1154 + A1 2003, apto para puertas RF. Acabado en PL, IM ó IB. Con marca CE calidad C5. i/p.p de medios auxiliares, herrajes. Completamente instalado.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|---|------|-------|-------|-------|---------|----------|
| Entrada vestuarios | 2 | | | | 2,00 | |
| Entrada oficinas | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | 3,00 | 3,00 |
| Total: | | | 3,00 | 93,79 | 281,37 | |
| Total subcapítulo 5.3.3.- CIERRAPUERTAS: | | | | | | 281,37 |
| Total subcapítulo 5.3.- CARPINTERÍA METÁLICA: | | | | | | 3.269,77 |

5.4.- CARPINTERÍA DE MADERA Y FENÓLICA

5.4.1 Ud Puerta de paso de las siguientes características:
 - 1 Hoja de 725x2030 mm, de 35 mm de espesor, terminada en ambas caras en laminado con melamina color, RAL a elegir, formado por tablero DM.
 - Prearco de madera de pino fijado a la estructura de los tabiques.
 - Cerco visto perimetral rechapado en melamina color, RAL a elegir.
 - En los casos de tabiquería de yeso laminado, macizado de madera dentro de los perfiles, en jambas y dinteles.
 - Moldura perimetral a ambos lados rechapado en melamina color, RAL a elegir.
 - 4 Pernos por hoja de acero inoxidable.
 - Manillas de acero inoxidable con escudo cuadrado de 185x185x2 mm, todo ello en acero inoxidable
 - Herrajes, amaestramiento, mecanismos de cierre y de paso, resbalones anti-impacto. Incluyendo cierrapuertas en aseos.
 - Topes de suelo con amortiguador de 35x50 mm de diametro en acero Inoxidable.
 Totalmente montada y mecanizada, incluso recibidos, nivelada y colocada, p.p. de medios auxiliares.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|--------------------------|------|-------|-------|--------|----------|----------|
| Aseos oficina | 1 | | | | 1,00 | |
| Despacho 1 - Oficina | 1 | | | | 1,00 | |
| Despacho 2 - Oficina | 1 | | | | 1,00 | |
| Sala reuniones - Oficina | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | 4,00 | 4,00 |
| Total Ud: | | | 4,00 | 386,69 | 1.546,76 | |

Presupuesto parcial n° 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe | |
|-------|----|--|----------|-------|-------|-------|---------|----------|----------|
| 5.4.2 | M² | Suministro y colocación de cabina en frentes y laterales de cabinas de aseos y vestuarios, de tablero fenólico HPL, de 18 mm de espesor, color a elegir, de 2000 mm de altura (1800 mm de panel + 200 mm de patas) y estructura y pies regulables de acero inox. mate. Incluso elementos de fijación, bisagras con muelle, tirador de acero inoxidable, tope de goma, pies regulables en altura y colgador de acero inoxidable. Fenólico formado a base de láminas de celulosa homogeneizadas mediante resinas fenólicas y compactadas a alta presión y temperatura según norma EN-438-Parte 1. Resistentes a humedades, calor y vapor. Sin poros, intumescente, anticorrosivo y no parasitable. Incluso puertas de paso de 80 cm aprox. en panel fenólico de las mismas características que las cabinas incluidas en medición. Incluso arranques de pared a partir de perfil de acero inoxidable en "U" de 20x15 de 1,80, remate superior compuesto de tubo de 25mm de diámetro en acero inoxidable y pinzas para la fijación de los paneles, bisagras, pies regulables, cierre y pomo con indicador de libre/ocupado, todo en acero inoxidable. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal | |
| | | Vestuario masculino | 1 | 6,60 | | 2,00 | 13,20 | | |
| | | Vestuario femenino | 1 | 8,00 | | 2,00 | 16,00 | | |
| | | Aseo oficinas | 1 | 6,60 | | 2,00 | 13,20 | | |
| | | | | | | | 42,40 | 42,40 | |
| | | Total m²: | | | | 42,40 | 150,00 | 6.360,00 | |
| | | Total subcapítulo 5.4.- CARPINTERÍA DE MADERA Y FENÓLICA: | | | | | | | 7.906,76 |

5.5.- FALSOS TECHOS

| | | | | | | | | |
|-------|----|---|------|-------|-------|---------------|--------------|-----------------|
| 5.5.1 | M² | <p>Falso techo registrable, situado a una altura menor de 4 m, constituido por placas de yeso laminado lisa tipo TR-VINILO de 10 mm. de espesor y dimensiones 595x595 mm, revestidas en su cara vista con un film vinílico de color blanco, suspendidas del forjado o cubierta mediante perfilera vista lacada blanca, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo mediante varillas y cuelgues. i/p.p. de accesorios de fijación, montaje y desmontaje de andamios, instalado s/NTE-RTP-17, medido deduciendo huecos. Placas y perfilera con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario masculino | 1 | 7,90 | 8,50 | | 67,15 | |
| | | Vestuario femenino | 1 | 7,20 | 8,50 | | 61,20 | |
| | | Aseo oficina | 1 | 4,80 | 3,20 | | 15,36 | |
| | | | | | | | 143,71 | 143,71 |
| | | Total m²: | | | | 143,71 | 17,00 | 2.443,07 |
| 5.5.2 | M | <p>Faja en falso techo formado por una placa de yeso laminado hidrófugo de 13 mm de espesor, colocada sobre una estructura oculta de acero galvanizado, formada por perfiles T/C de 47 mm cada 40 cm y perfilera U de 34x31x34 mm, i/replanteo auxiliar, accesorios de fijación, nivelación y repaso de juntas con cinta y pasta, montaje y desmontaje de andamios, terminado s/NTE-RTC, medido deduciendo huecos superiores a 2 m2. Placas de yeso laminado, pasta de juntas, accesorios de fijación y perfilera con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. Faja de 0,30m hasta 1,20m de anchura.</p> | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario masculino | 1 | 7,90 | 8,50 | | 67,15 | |
| | | Vestuario femenino | 1 | 7,20 | 8,50 | | 61,20 | |
| | | Aseo oficina | 1 | 4,80 | 3,20 | | 15,36 | |
| | | | | | | | 143,71 | 143,71 |
| | | Total m: | | | | 143,71 | 19,00 | 2.730,49 |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | Precio | Importe | |
|-----------------------------|----|---|--|-------|-------|--------|---------|-----------|
| 5.5.3 | M² | Falso techo registrable, situado a una altura menor de 4 m, constituido por placas de escayola aligerada semiperforadas fonoabsorbentes de 60x60 cm, suspendido de forjado o cubierta mediante perfilerasemivista lacada en blanco, comprendiendo perfiles primarios, secundarios y angulares de remate fijados al techo mediante varillas y cuelgues, i/p.p. de accesorios de fijación, montaje y desmontaje de andamios, instalado s/NTE-RTP-17, medido deduciendo huecos. Placas de escayola y perfilería con marcado CE y DdP (Declaración de prestaciones) según Reglamento (UE) 305/2011. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Despachos - Oficina | | | 2 | 10,00 | 6,60 | | 132,00 | |
| Sala de reuniones - Oficina | | | 1 | 10,00 | 6,60 | | 66,00 | |
| Recibidor - Oficina | | | 1 | 5,00 | 11,00 | | 55,00 | |
| | | | | | | | 253,00 | 253,00 |
| | | | Total m²: | | | 253,00 | 28,18 | 7.129,54 |
| | | | Total subcapítulo 5.5.- FALSOS TECHOS: | | | | | 12.303,10 |

5.6.- ACABADOS

| | | | | | | | | |
|-------|----|--|------|-------|-------|--------------|--------------|-----------------|
| 5.6.1 | M² | Suministro y ejecución de pavimento de baldosas cerámicas de gres porcelánico de formato a decidir, de dimensiones aproximadas entre 60x60 cm, recibidas con adhesivo cementoso de ligantes mixtos (tipo Pegolandporcelanico flexible de la casa Grupo Puma o similar), color gris, con doble encolado y rejuntadas con lechada de cemento blanco, L BL-V22,5, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), coloreada con la misma tonalidad de las piezas (tipo Morcemcloro Plus Flexible de la casa Grupo Puma o similar). Incluso p/p de limpieza, comprobación de la superficie soporte, replanteos, cortes, formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5mm, en los límites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales existentes en el soporte, eliminación del material sobrante del rejuntado y limpieza final del pavimento. Incluye: limpieza y comprobación de la superficie soporte. Replanteo de los niveles de acabado. Replanteo de la disposición de las baldosas y juntas de movimiento. Aplicación del adhesivo. Colocación de las baldosas a punta de paleta. Formación de juntas de paleta. Formación de juntas de partición, perimetrales y estructurales. Rejuntado. Eliminación y limpieza del material sobrante. Limpieza final del pavimento material. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario masculino | 1 | 7,90 | | 3,00 | 23,70 | |
| | | Vestuario femenino | 1 | 7,20 | | 3,00 | 21,60 | |
| | | Aseo oficina | 1 | 4,80 | | 3,50 | 16,80 | |
| | | | | | | | 62,10 | 62,10 |
| | | Total m²: | | | | 62,10 | 26,63 | 1.653,72 |
| 5.6.2 | M² | Formación de impermeabilización bajo pavimento de gres en cuartos húmedos, realizada mediante el sistema Dry80 "REVESTTECH", formado por lámina impermeabilizante flexible tipo EVAC, Dry80 30 "REVESTTECH", compuesta de una doble hoja de poliolefina termoplástica con acetato de vinil etileno, con ambas caras revestidas de fibras de poliéster no tejidas, de 0,8 mm de espesor y 600 g/m², fijada al soporte con adhesivo cementoso mejorado, C2 E extendido con llana dentada. Incluso p/p de limpieza y preparación de la superficie soporte, complementos de refuerzo en tratamiento de puntos singulares mediante el uso de piezas especiales "REVESTTECH" para la resolución de ángulos internos Dry80 Cornerin y externos Dry80 Cornerout, encuentros con paramentos con banda perimetral Banda 30 Dry 80, resolución de uniones y sellado de juntas con RevesttechSeal. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario masculino | 1 | 7,90 | | 3,00 | 23,70 | |
| | | Vestuario femenino | 1 | 7,20 | | 3,00 | 21,60 | |
| | | Aseo oficina | 1 | 4,80 | | 3,50 | 16,80 | |
| | | | | | | | 62,10 | 62,10 |
| | | Total m²: | | | | 62,10 | 22,21 | 1.379,24 |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|-------------------------------------|----|--|----------|-------|--------|------|---------|-----------|
| Total subcapítulo 5.6.- ACABADOS: | | | | | | | | 3.032,96 |
| 5.7.- PAVIMENTOS | | | | | | | | |
| 5.7.1 | M² | Suministro y ejecución de pavimento mediante el método de colocación en capa fina, de baldosas cerámicas de gresporcelánico 40x40. Antideslizante Clase 3; recibidas con mortero de cemento o adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color gris con doble encolado, y rejuntadas con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de limpieza, comprobación de la superficie soporte, replanteos, cortes, formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5 mm, en los límites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales existentes en el soporte, eliminación del material sobrante del rejuntado y limpieza final del pavimento. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Vestuario masculino | | | 1 | 7,90 | 8,50 | | 67,15 | |
| Vestuario femenino | | | 1 | 7,20 | 8,50 | | 61,20 | |
| Aseo oficina | | | 1 | 4,80 | 3,20 | | 15,36 | |
| | | | | | | | 143,71 | 143,71 |
| Total m²: | | | | | 143,71 | | 30,77 | 4.421,96 |
| 5.7.2 | M² | Suministro y ejecución de pavimento mediante el método de colocación en capa fina, de baldosas cerámicas de gresporcelánico 30x60. Antideslizante Clase 2; recibidas con mortero de cemento o adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores, Ci sin ninguna característica adicional, color gris con doble encolado, y rejuntadas con mortero de juntas cementoso con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de limpieza, comprobación de la superficie soporte, replanteos, cortes, formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5 mm, en los límites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales existentes en el soporte, eliminación del material sobrante del rejuntado y limpieza final del pavimento. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Despachos - Oficina | | | 2 | 10,00 | 6,60 | | 132,00 | |
| Sala de reuniones - Oficina | | | 1 | 10,00 | 6,60 | | 66,00 | |
| Recibidor - Oficina | | | 1 | 5,00 | 11,00 | | 55,00 | |
| | | | | | | | 253,00 | 253,00 |
| Total m²: | | | | | 253,00 | | 39,57 | 10.011,21 |
| 5.7.3 | M | Suministro y ejecución de rodapié cerámico de gres de gres rectificado Alcalá Gres, de idéntico material al del solado, de 9 cm, recibido con adhesivo cementoso de uso exclusivo para interiores gris y rejuntado con mortero de juntas cementos con resistencia elevada a la abrasión y absorción de agua reducida, CG2, para junta mínima (entre 1,5 y 3 mm), con la misma tonalidad de las piezas. Incluso p/p de limpieza, comprobación de la superficie soporte, replanteos, cortes, formación de juntas perimetrales continuas, de anchura no menor de 5 mm, en los límites con paredes, pilares exentos y elevaciones de nivel y, en su caso, juntas de partición y juntas estructurales existentes en el soporte, eliminación del material sobrante del rejuntado y limpieza final del pavimento. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Oficina | | | 1 | 70,00 | | | 70,00 | |
| | | | | | | | 70,00 | 70,00 |
| Total m: | | | | | 70,00 | | 6,16 | 431,20 |
| Total subcapítulo 5.7.- PAVIMENTOS: | | | | | | | | 14.864,37 |

5.8.- FONTANERÍA Y ACS

5.8.1.- Tuberías de agua fría y caliente

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|--|----|---|----------|----------|-----------------|
| 5.8.1.1 | M | Tubería para alimentación de agua potable, colocada superficialmente, formada por tubo de acero galvanizado estirado sin soldadura, de 2" DN 50 mm de diámetro. | | | |
| | | Total m | 100,00 | 21,98 | 2.198,00 |
| 5.8.1.2 | Ud | Contador de agua fría de lectura directa, de chorro simple, "ALB", caudal nominal 2,5 m³/h, diámetro 3/4", temperatura máxima 30°C, presión máxima 16 bar, válvulas de esfera con conexiones roscadas hembra de 3/4" de diámetro. | | | |
| | | Uds. Largo Ancho Alto | | Parcial | Subtotal |
| Aseos | | 1 | | 1,00 | |
| | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud | 1,00 | 55,03 | 55,03 |
| 5.8.1.3 | Ud | Grupo de presión de agua, de accionamiento regulable mediante tecnología Inverter, modelo AP-HI-B/10-2 "EBARA", formado por: dos bombas centrífugas multicelulares CVM B/10, con una potencia de 0,75x2 kW, equipo de regulación y control con variador de frecuencia (presión constante), depósito de membrana, de chapa de acero de 20 l, bancada, cuadro eléctrico y soporte metálico. | | | |
| | | Total Ud | 1,00 | 2.007,43 | 2.007,43 |
| 5.8.1.4 | Ud | Válvula de compuerta de latón fundido, de diámetro 1". | | | |
| | | Total Ud | 1,00 | 10,43 | 10,43 |
| 5.8.1.5 | Ud | Instalación interior de fontanería para cuarto de baño con dotación para: inodoro, lavabo sencillo, ducha, realizada con polietileno reticulado (PE-X), para la red de agua fría y caliente. | | | |
| | | Uds. Largo Ancho Alto | | Parcial | Subtotal |
| Dotacion para vestuarios | | 1 | | 1,00 | |
| | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud | 1,00 | 4.060,80 | 4.060,80 |
| 5.8.1.6 | Ud | Filtro de cartucho de tela filtrante, rosca de 2", caudal de 20 m³/h, con dos llaves de paso de esfera. | | | |
| | | Total Ud | 1,00 | 340,57 | 340,57 |
| Total subcapítulo 5.8.1.- Tuberías de agua fría y caliente: | | | | | 8.672,26 |
| 5.8.2.- Generación ACS | | | | | |
| 5.8.2.1 | Ud | Bomba de calor para producción de A.C.S., aire-agua, para instalación en interior, con interfaz de usuario con pantalla LCD y control digital Bombas de calor Aerotermia Mundoclimate para ACS 200 Litros ESC300RM11SO. Tensión 220 V, capacidad 190 l, con estándares de eficiencia energética COP 3,50 W/W, presión sonora 48 dB, dimensiones altura 1580 mm y Ø 568 mm, peso 90 kg. Condiciones de trabajo: -7/43 °C Potencia cedida/consumida: 1.85/0.53. COP: 3.5 / Consumo mín-máx: 2.4-11.5 A. Caudal de aire: 350 m³/h. Nivel sonoro: 48 dB (A) | | | |
| | | Total Ud | 2,00 | 1.191,97 | 2.383,94 |
| 5.8.2.2 | Ud | Acumulador de acero vitrificado, de suelo, 1000 l, 800 mm de diámetro y 2200 mm de altura. | | | |
| | | Total Ud | 1,00 | 1.571,33 | 1.571,33 |
| 5.8.2.3 | Ud | Electrobomba centrífuga, de latón, de tres velocidades, con una potencia de 0,071 kW. | | | |
| | | Total Ud | 1,00 | 328,00 | 328,00 |
| Total subcapítulo 5.8.2.- Generación ACS: | | | | | 4.283,27 |
| 5.8.3.- Otros | | | | | |
| 5.8.3.1 | Pa | Legalización de la instalación y suministro de documentación a la finalización de las obras de fontanería y ACS (manuales de la instalación, documentación técnica de equipos, proyecto definitivo con planos "as-built", legalización en organismos competentes como Dep. Industria de la Comunidad Autónoma), así como toda la documentación indicada en el documento PLIEGO DE CONDICIONES. Incluyendo cuantas gestiones sean necesarias ante los organismos competentes y pago de tasas. | | | |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|--|-----------|--|-------------|---------------|------------------|
| Total Pa: | | | 1,00 | 617,05 | 617,05 |
| 5.8.3.2 | Pa | Señalización de instalación, mediante etiquetas según UNE 1063, de tuberías, válvulas y demás accesorios en sala de bombas, patinillos y lugares de paso de tuberías. Incluso elaboración de panel con esquema de principio explicativo de la instalación, según indicaciones de la dirección facultativa. Incluso instalación y pruebas, con todos los medios, accesorios y operaciones necesarias para su correcta instalación. | | | |
| Total Pa: | | | 1,00 | 148,09 | 148,09 |
| Total subcapítulo 5.8.3.- Otros: | | | | | 765,14 |
| Total subcapítulo 5.8.- FONTANERÍA Y ACS: | | | | | 13.720,67 |

5.9.- SANITARIOS

| | | | | | | | |
|------------------------|---------------------|--|--------------|---------------|-----------------|---------|----------|
| 5.9.1 | Ud | Conjunto de lavabo completo de porcelana vitrificada blanca modelo Roca Victoria de semipedestal o equivalente, colocado con pedestal y con anclajes a la pared, con grifería monomando cromado Modelo Roca Victoria o equivalente, con rompechorros, incluso válvula de desagüe de 32 mm., sifón y tubo de desagüe, llaves de escuadra de 1/2" cromadas, y latiguillos flexibles de 20 cm. y de 1/2", totalmente instalado y funcionando. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Vestuario Masculino | 5 | | | | 5,00 | |
| | Vestuario Femenino | 5 | | | | 5,00 | |
| | Aseos Oficinas | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | 14,00 | 14,00 |
| Total Ud: | | | 14,00 | 143,25 | 2.005,50 | | |
| 5.9.2 | Ud | Inodoro completo de porcelana vitrificada blanca modelo Roca Victoria o equivalente, de tanque bajo, serie normal colocado mediante tacos y tornillos al solado, incluso sellado con silicona, y compuesto por: taza, tanque bajo con tapa y mecanismos y asiento con tapa lacados, con bisagras de acero inoxidable, instalado, incluso codo y enchufe de saneamiento, con llave de escuadra de 1/2" cromada y latiguillo flexible de 20 cm y de 1/2", totalmente instalado y funcionando. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Vestuario Masculino | 4 | | | | 4,00 | |
| | Vestuario Femenino | 5 | | | | 5,00 | |
| | Aseos Oficinas | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | 13,00 | 13,00 |
| Total Ud: | | | 13,00 | 184,79 | 2.402,27 | | |
| 5.9.3 | Ud | Urinario mural completo de porcelana vitrificada blanca modelo Roca Site Mural o equivalente, colocado mediante anclajes de fijación a la pared, y dotado de tapón de limpieza y manguito, instalado con grifo temporizador/fluxor de descarga manual para urinarios, incluso enlace de 1/2" y llave de escuadra de 1/2" cromada, incluso sifón y conexión a saneamiento, totalmente instalado y funcionando. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Vestuario Masculino | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | 4,00 | 4,00 |
| Total Ud: | | | 4,00 | 435,55 | 1.742,20 | | |
| 5.9.4 | Ud | Plato de ducha completo de porcelana vitrificada blanca modelo Roca Italia o equivalente, con grefería de monomando de ducha modelo Roca Victoris o equivalente y rociador de ducha antivandálico DC06. Incluso sellado perimetral, con válvula de desagüe, totalmente instalado y funcionando. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | Vestuario Masculino | 6 | | | | 6,00 | |
| | Vestuario Femenino | 6 | | | | 6,00 | |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|----|----|--|--------------|---------------|-----------------|
| | | | | 12,00 | 12,00 |
| | | Total Ud: | 12,00 | 271,66 | 3.259,92 |
| | | Total subcapítulo 5.9.- SANITARIOS: | | | 9.409,89 |

5.10.- ACCESORIOS ASEOS

5.10.1 Ud Dosificador de jabón Mediclinics de acero inoxidable AISI 304 o equivalente, con capacidad de 1 l. y cerradura antirrobo, instalados con tacos de plástico y tornillos a la pared.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|---------------------|------|------------------------|--------------|------|--------------|---------------|
| Vestuario Masculino | 5 | | | | 5,00 | |
| Vestuario Femenino | 5 | | | | 5,00 | |
| Aseos Oficinas | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | 14,00 | 14,00 |
| | | Total Ud: | 14,00 | | 40,00 | 560,00 |

5.10.2 Ud Suministro y colocación de colgador para baño o ducha, simple, de acero inoxidable AISI 304, acabado satinado, fijado al soporte con las sujeciones suministradas por el fabricante. Totalmente montado.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|---------------------|------|------------------------|--------------|------|--------------|---------------|
| Vestuario Masculino | 6 | | | | 6,00 | |
| Vestuario Femenino | 6 | | | | 6,00 | |
| | | | | | 12,00 | 12,00 |
| | | Total Ud: | 12,00 | | 12,00 | 144,00 |

5.10.3 Ud Suministro y montaje de portarrollos de acero inoxidable AISI 304, modelo para papel higiénico industrial 250/300 m. y cerradura. Colocado mediante anclajes de fijación a la pared.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|---------------------|------|------------------------|--------------|------|--------------|---------------|
| Vestuario Masculino | 4 | | | | 4,00 | |
| Vestuario Femenino | 5 | | | | 5,00 | |
| Aseos Oficinas | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | 13,00 | 13,00 |
| | | Total Ud: | 13,00 | | 55,00 | 715,00 |

5.10.4 Ud Suministro de papelera de acero inoxidable AISI 304 o equivalente, con tapa autorretorno con capacidad de 30 l. Instalada con tacos a la pared.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|---------------------|------|------------------------|-------------|------|--------------|---------------|
| Vestuario Masculino | 1 | | | | 1,00 | |
| Vestuario Femenino | 1 | | | | 1,00 | |
| Aseo oficina | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | 3,00 | 3,00 |
| | | Total Ud: | 3,00 | | 60,00 | 180,00 |

5.10.5 Ud Suministro y colocación de dispensador de toallas de papel plegada, carcasa de acero inoxidable AISI-304, capacidad para 800 unidades y cerradura de seguridad. Colocado empotrado en la pared.

| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
|---------------------|------|-------|-------|------|---------|----------|
| Vestuario Masculino | 2 | | | | 2,00 | |
| Vestuario Femenino | 2 | | | | 2,00 | |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|--|----|--|----------|-------|------|-------|---------|----------|
| | | Aseos Oficinas | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 5,00 | 5,00 |
| | | Total Ud: | | | | 5,00 | 55,00 | 275,00 |
| 5.10.6 | Ud | Suministro y montaje de bacteriostático empotrado para higienizar y eliminar los gérmenes y malos olores de urinarios e inodoros. Carcasa de acero inoxidable AISI-304 y cerradura de seguridad. Colocado mediante anclajes de fijación a la pared incluyendo conexionado eléctrico. | | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario Masculino | 3 | | | | 3,00 | |
| | | Vestuario Femenino | 3 | | | | 3,00 | |
| | | Aseos Oficinas | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 7,00 | 7,00 |
| | | Total Ud: | | | | 7,00 | 78,55 | 549,85 |
| 5.10.7 | M² | Espejo plateado realizado con un vidrio Planilux de 5 mm. plateado por su cara posterior con cantos pulidos, adherido a tablero de DM hidrófugo de 16 mm. de espesor, canteado en melamina color aluminio. | | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario Masculino | 5 | | | | 5,00 | |
| | | Vestuario Femenino | 5 | | | | 5,00 | |
| | | Aseos Oficinas | 4 | | | | 4,00 | |
| | | | | | | | 14,00 | 14,00 |
| | | Total m²: | | | | 14,00 | 37,02 | 518,28 |
| 5.10.8 | Pa | Suministro e instalación de pictogramas de aseos y vestuarios, en las puertas de acceso a los mismos, indicando en cada caso aseo o vestuario, y masculino o femenino. Totalmente instalados en todas las puertas de aseos y vestuarios. | | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Pa: | | | | 1,00 | 250,00 | 250,00 |
| Total subcapítulo 5.10.- ACCESORIOS ASEOS: | | | | | | | | 3.192,13 |

5.11.- PINTURAS

| | | | | | | | | |
|----------------|-----------|--|-------|-------|-------|------|---------|----------|
| 5.11.1 | M² | Formación de capa de pintura plástica con textura lisa, color a elegir, acabado mate, sobre paramentos verticales interiores, mediante aplicación de una mano de fondo de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa como fijador de superficie y dos manos de acabado con pintura plástica en dispersión acuosa tipo II según UNE 48243 (rendimiento: 0,187 l/m² cada mano). Incluso p/p de preparación del soporte mediante limpieza y aplicación local de plaste de interior aplicado con espátula, llana o equipo neumático, y medios auxiliares. Medición descontando huecos mayores de 2m2. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Oficina | | | | | | | | |
| Despacho 1 | 1 | | 33,00 | | | 3,50 | 115,50 | |
| Despacho 2 | 1 | | 33,00 | | | 3,50 | 115,50 | |
| Sala reuniones | 1 | | 33,00 | | | 3,50 | 115,50 | |
| Archivo | 1 | | 20,00 | | | 3,50 | 70,00 | |
| Recepción | 1 | | 31,60 | | | 3,50 | 110,60 | |

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | Precio | Importe | |
|--------|----|--|------------------------------------|--------|-----------|--------|----------|-----------|
| | | | | | | 527,10 | 527,10 | |
| | | | Total m² | 527,10 | 3,50 | | 1.844,85 | |
| 5.11.2 | M² | Formación de capa de pintura plástica con textura lisa, color a elegir, acabado mate, sobre paramentos horizontales interiores, mediante aplicación de una mano de fondo de imprimación a base de copolímeros acrílicos en suspensión acuosa como fijador de superficie y dos manos de acabado con pintura plástica en dispersión acuosa tipo II según UNE 48243 (rendimiento: 0,187 l/m² cada mano). Incluso p/p de preparación del soporte mediante limpieza y aplicación local de plaste de interior aplicado con espátula, llana o equipo neumático., y medios auxiliares.Medición descontando huecos mayores de 2m2. | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | Vestuario masculino | 1 | 7,90 | 8,50 | | 67,15 | |
| | | Vestuario femenino | 1 | 7,20 | 8,50 | | 61,20 | |
| | | OFCINA | | | | | | |
| | | Aseo | 1 | 5,00 | 3,00 | | 15,00 | |
| | | Despacho 1 | 1 | 10,00 | 6,00 | | 60,00 | |
| | | Despacho 2 | 1 | 10,00 | 6,00 | | 60,00 | |
| | | Sala de reuniones | 1 | 10,00 | 6,00 | | 60,00 | |
| | | Recepción | 1 | 5,00 | 9,00 | | 45,00 | |
| | | Archivo | 3 | 5,00 | 5,00 | | 75,00 | |
| | | | | | | | 443,35 | 443,35 |
| | | | Total m² | 443,35 | 3,50 | | | 1.551,73 |
| 5.11.3 | M | Formación de capa de esmalte sintético, color a elegir, acabado brillante, sobre superficie de acero laminado en estructuras metálicas, mediante aplicación de dos manos de imprimación anticorrosiva, como fijador de superficie y protector antioxidante, con un espesor mínimo de película seca de 45 micras por mano (rendimiento: 0,111 l/m²) y dos manos de acabado con esmalte sintético a base de resinas alcídicas, con un espesor mínimo de película seca de 35 micras por mano (rendimiento: 0,08 l/m²). Incluso limpieza y preparación de la superficie a pintar, mediante medios manuales hasta dejarla exenta de grasas, antes de comenzar la aplicación de la 1ª mano de imprimación. p/p de medios auxiliares. | | | | | | |
| | | | Total m | 400,00 | 8,00 | | | 3.200,00 |
| 5.11.4 | Pa | Suministro y aplicación de pintura sobre superficies interiores de hormigón o de mortero autonivelante, a base de resina epoxi y endurecedor amínico en emulsión acuosa, acabado semibrillante, color a definir por la DF, para el marcado de limitación de almacenamiento, recorridos peatonales, etc, con una anchura de línea de 10 cm. Incluso p/p de limpieza previa del polvo existente en su superficie, preparación mecánica de la base para eliminación de lechadas y líquidos de curado, replanteo y encintado. Totalmente terminado, incluso medios auxiliares. | | | | | | |
| | | | Total PA | 1,00 | 15.178,00 | | | 15.178,00 |
| | | | Total subcapítulo 5.11.- PINTURAS: | | | | | 21.774,58 |

5.12.- CARPINTERÍA ALUMINIO

Presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | Precio | Importe | |
|---------------|----|--|----------|-------|------|---------|------------|--------|
| 5.12.1 | Ud | <p>Suministro y colocación de carpintería de aluminio, lacado especial para fijo de ventana de fachada de 60x100 +ventana practicable, oscilobatiente de 60x85 (anchox alto) cm en fachada, y con premarco. Compuesta por perfiles extrusionados formando marcos y hojas de sección 60x68x1,6 mm de espesor mínimo en perfiles estructurales, con rotura de puente térmico obtenida por inserción de varillas aislantes de poliamida 6.6 de 32 a 35 mm. de profundidad reforzadas con un 25 % de fibra de vidrio. Accesorios, herrajes de colgar y apertura, juntas de acristalamiento de EPDM, tornillería de acero inoxidable, elementos de estanqueidad, accesorios y utillajes de mecanizado homologados.</p> <p>Elaborada en taller, estanqueidad por un sistema de triple junta de EPDM. Categorías alcanzadas en banco de ensayos: Permeabilidad al aire según Norma UNE-EN 12207:2000 Clase 4, Estanqueidad al agua según Norma UNE-EN 12208:2000 Clase E1200, Resistencia al viento según Norma UNE-EN 12210:2000 Clase C5.</p> <p>i/p.p de suministro y colocación de doble acristalamiento Solar.lite Control solar + LOW.S Baja emisividad térmica "CONTROL GLASS ACÚSTICO Y SOLAR", conjunto formado por vidrio exterior TemplaliteSolar.lite Azul de 6 mm, cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, 6+(12)+3+3 mm. con butiral transparente intermedio.</p> <p>Sellado y remates de juntas.</p> <p>Totalmente montada, acabada y rematada.</p> <p>Se deberá confirmar en obra dimensiones finales de hueco</p> | | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal | |
| Oficina | | | | | | | | |
| Despacho 1 | | 3 | | | | 3,00 | | |
| Despacho 2 | | 1 | | | | 1,00 | | |
| Sala reniones | | 2 | | | | 2,00 | | |
| Archivo | | 1 | | | | 1,00 | | |
| | | | | | | 7,00 | 7,00 | |
| | | Total Ud: | | | | | 7,00 | 500,00 |
| | | | | | | | 3.500,00 | |
| | | Total subcapítulo 5.12.- CARPINTERÍA ALUMINIO: | | | | | 3.500,00 | |
| | | Total presupuesto parcial nº 5 ALBAÑILERÍA : | | | | | 138.215,65 | |

Presupuesto parcial nº 6 CUBIERTA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|------------------------|----|---|----------|--------|-------|------|-----------------|------------------|
| 6.1 | M² | Cubierta de panel sándwich, con marcado CE (EN 14509) con nervio central rigidizador y sistema estanco de machiembreado con fijación oculta mediante tapajuntas. Espesor de 40 mm, ancho 1100 mm; compuesto por chapa exterior e interior de acero galvanizado y pre-lacado de 0,5 mm de espesor en color, a definir según DF. Aislamiento intermedio con núcleo de Polisocianurato sin CFC's, de densidad 40 kg/m³, con reacción al fuego según Euroclases B-s2,d0. i/p.p. de solapes, tapajuntas, accesorios de fijación, instalado, i/medios auxiliares y elementos de seguridad, s/NTE-QTG-8,9,10 y 11. Medida en proyección horizontal. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 1 | 75,00 | 20,00 | | 1.500,00 | |
| | | | | | | | 1.500,00 | 1.500,00 |
| Total m²: | | | | | | | 1.500,00 | 22,18 |
| | | | | | | | | 33.270,00 |
| 6.2 | M | Suministro y colocación de canalón aislado de chapa simple de 1250 mm de desarrollo, de chapa galvanizada de 1,5 mm, sobre viga Dalla de hormigón. Aislamiento intermedio mediante manta de lana de vidrio IBR-80 de Isover o equivalente. Unión de piezas mediante soldadura a testa y capa de imprimación de minio. Incluso sellado de todas las juntas exteriores de chapas. Incluso tapas en los bordes. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 1 | 150,00 | | | 150,00 | |
| | | | | | | | 150,00 | 150,00 |
| Total m: | | | | | | | 150,00 | 29,66 |
| | | | | | | | | 4.449,00 |
| 6.3 | Ud | Suministro e instalación de embocadura de bajante de chapa galvanizada de 3 mm de espesor, hasta DN160, soldada a canalón y con imprimación de minio en soldadura. Incluso suministro y colocación de rejilla para hojas. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 4 | 8,00 | | | 32,00 | |
| | | | | | | | 32,00 | 32,00 |
| Total Ud: | | | | | | | 32,00 | 32,21 |
| | | | | | | | | 1.030,72 |
| 6.4 | M | Suministro y colocación de remate de cumbrera, formado por chapa inferior prelacada y plegada de 0.8 mm de espesor y 625 mm de desarrollo, remangado de valles en paneles de cubierta, junta estanca, y remate de cumbrera exterior, plegado y troquelado de chapa prelacada y plegada de 0.8 mm de espesor y 625 mm de desarrollo. Unión entre piezas mediante solape de chapas de al menos 2 cm con sellado interior oculto no expuesto de silicona inalterable. Incluso sellado de todas las juntas exteriores de chapas. Con elementos de fijación necesarios realizados en acero inoxidable con arandela y paraguas con junta de goma de la resistencia adecuada según cálculo y en cantidad suficiente para finalizar el trabajo, Incluso con parte proporcional de mermas por los recortes, ajuste perimetral y todos los medios auxiliares necesarios para su correcto montaje, completamente terminado. Incluso reparto, y limpieza de restos de material. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 300 | | | | 300,00 | |
| | | | | | | | 300,00 | 300,00 |
| Total m: | | | | | | | 300,00 | 26,08 |
| | | | | | | | | 7.824,00 |
| 6.5 | M | Suministro e instalación de línea de vida definitiva para realizar el mantenimiento de cubierta, compuesta por cable de acero de 12mm de sección anclado mediante fijaciones mecánicas a bastidores sujetos a correas en cumbrera, incluso sistema de tensores para los cables homologados. Sobre el sistema terminado se realizará una prueba de carga dinámica con lastre de 150Kg en cada uno de los tramos instalados. Se deberá aportar plan de revisiones y mantenimiento de todos los elementos instalados. Totalmente terminada. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Nave | | | 1 | 75,00 | | | 75,00 | |
| | | | | | | | 75,00 | 75,00 |

Presupuesto parcial nº 6 CUBIERTA

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | Precio | Importe |
|---|------|---|----------|------|----------|-----------|
| Total m: | | | 75,00 | | 33,32 | 2.499,00 |
| 6.6 | Ud | Escalera de gato (o vertical de seguridad) con jaula de protección para salvar una altura de 14 m exterior y de 2 m interior. Peldaños antideslizantes de 30×30 mm, ancho escalera 52 cm, barandilla de 112 en cabeza de escalera la escalera. Según Normativa Europea EN 14122-4. Incluso montaje con garras para recibido a obra y separadas 30 cm., incluso recibido de albañilería. Se incluye tanto la escalera exterior en fachada, como la interior en peto de cubierta y el descansillo superior de paso de una escalera a otra con barandilla. | | | | |
| | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | 1,00 | 1,00 |
| Total Ud: | | | 1,00 | | 6.000,00 | 6.000,00 |
| Total presupuesto parcial nº 6 CUBIERTA : | | | | | | 55.072,72 |

Presupuesto parcial nº 7 CONTRA INCENDIOS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe | |
|-------------------------------------|----|--|-----------------|-------|-------|-------|---------|----------|--------|
| 7.1.- Extintores | | | | | | | | | |
| 7.1.1 | Ud | Extintor portátil de polvo químico ABC polivalente antibrasa, con presión incorporada, de eficacia 21A-144B-C, con 6 kg de agente extintor, con manómetro y manguera con boquilla difusora, alojado en armario metálico con puerta acristalada, de 700x280x210 mm. Incluso luna incolora y accesorios de montaje. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal | |
| Nave | | | 16 | | | | 16,00 | | |
| Oficina | | | 4 | | | | 4,00 | | |
| | | | | | | | 20,00 | 20,00 | |
| Total ud: | | | | | | 20,00 | 119,65 | 2.393,00 | |
| 7.1.2 | Ud | Extintor portátil de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, con 5 kg de agente extintor, con manguera y trompa difusora, alojado en armario metálico con puerta acristalada, de 700x280x210 mm. Incluso luna incolora y accesorios de montaje. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal | |
| Nave | | | 8 | | | | 8,00 | | |
| Oficina | | | 2 | | | | 2,00 | | |
| | | | | | | | 10,00 | 10,00 | |
| Total ud: | | | | | | 10,00 | 158,56 | 1.585,60 | |
| Total subcapítulo 7.1.- Extintores: | | | | | | | | 3.978,60 | |
| 7.2.- Carteles | | | | | | | | | |
| 7.2.1 | Ud | Placa de señalización de equipos contra incendios, de poliestirenofotoluminiscente, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación. | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal | |
| Nave | | | 33 | | | | 33,00 | | |
| Oficina | | | 8 | | | | 8,00 | | |
| | | | | | | | 41,00 | 41,00 | |
| Total ud: | | | | | | 41,00 | 7,17 | 293,97 | |
| 7.2.2 | Ud | Placa de señalización de medios de evacuación, de poliestirenofotoluminiscente, de 210x210 mm. Incluso elementos de fijación. | Total ud: | | | | 65,00 | 7,17 | 466,05 |
| Total subcapítulo 7.2.- Carteles: | | | | | | | | 760,02 | |
| 7.3.- Detección y Alarma | | | | | | | | | |
| 7.3.1 | Pa | Central de detección automática de incendios, convencional, microprocesada, de 2 zonas de detección, con caja metálica y tapa de ABS, con módulo de alimentación, rectificador de corriente y cargador de batería, panel de control con indicador de alarma y avería y conmutador de corte de zonas. Incluso baterías. | Total PA: | | | | 1,00 | 259,66 | 259,66 |
| 7.3.2 | Ud | Detector óptico de humos convencional, de ABS color blanco, formado por un elemento sensible a humos claros, para alimentación de 12 a 30 Vcc, con doble led de activación e indicador de alarma color rojo, salida para piloto de señalización remota y base universal. Incluso elementos de fijación. | Total ud: | | | | 4,00 | 37,14 | 148,56 |
| 7.3.3 | Ud | Pulsador de alarma convencional de rearme manual, de ABS color rojo, protección IP41, con led indicador de alarma color rojo y llave de rearme. Incluso elementos de fijación. | Total ud: | | | | 15,00 | 29,52 | 442,80 |
| 7.3.4 | Ud | Suministro e instalación en paramento interior de sirena electrónica, de color rojo, con señal acústica, alimentación a 24 Vcc, potencia sonora de 100 dB a 1 m y consumo de 14 mA. Incluso elementos de fijación. | | | | | | | |

Presupuesto parcial nº 7 CONTRA INCENDIOS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|--|----|---|----------|--------|-----------|
| Total ud: | | | 15,00 | 54,15 | 812,25 |
| 7.3.5 | M | Cableado formado por cable unipolar ES07Z1-K (AS), reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor multifilar de cobre clase 5 (-K) de 1,5 mm ² de sección, con aislamiento de compuesto termoplástico a base de poliolefina libre de halógenos con baja emisión de humos y gases corrosivos (Z1). Incluso cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. | | | |
| Total m: | | | 600,00 | 1,12 | 672,00 |
| Total subcapítulo 7.3.- Detección y Alarma: | | | | | 2.335,27 |
| 7.4.- Luminarias de Emergencias | | | | | |
| 7.4.1 | Ud | Suministro y colocación de bloque autónomo de emergencia IVERLUX o similar, IP44 IK 04, de superficie, empotrado o estanco (caja estanca: IP66 IK08), de 100 Lúm. LED, con caja de empotrar blanca o negra, con difusor transparente o biplano opal. Piloto testigo de carga LED blanco. Autonomía 1 hora. Equipado con batería Ni-Cd estanca de alta temperatura. Base y difusor contruidos en policarbonato resistente a la prueba del hilo incandescente 850°. Construido según normas UNE 20-392-93 y UNE-EN 60598-2-22. Medida la unidad instalada. Incluso limpieza completa de tajos y retirada de restos a vertedero, elaboracion planos de taller o replanteo para aprobación previa por la Dirección falcultativa, de acuerdo con memoria técnica, pliego de condiciones y planos, unidad totalmente terminada y funcionando. | | | |
| Total ud: | | | 100,00 | 49,61 | 4.961,00 |
| Total subcapítulo 7.4.- Luminarias de Emergencias: | | | | | 4.961,00 |
| 7.5.- Hidrante | | | | | |
| 7.5.1 | Ud | Suministro y colocación de Hidrante de arqueta, de 3", con 1 boca, 1x2 1/2 (70), con válvula de compuerta, codo, racor de 70 Barcelona, tapa de aluminio fundido, cerco y tapa circular de hierro fundido para acera. Medida la unidad instalada. Cumple con la normativa vigente UNE, según se exige en el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios. Totalmente instalado. | | | |
| Total ud: | | | 1,00 | 932,82 | 932,82 |
| Total subcapítulo 7.5.- Hidrante: | | | | | 932,82 |
| Total presupuesto parcial nº 7 CONTRA INCENDIOS : | | | | | 12.967,71 |

Presupuesto parcial nº 8 SANEAMIENTO

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe | | |
|---------------------------------------|----|--|----------|--------|----------|---------|----------|
| 8.1.- RED DE SANEAMIENTO URBANIZACIÓN | | | | | | | |
| 8.1.1 | M | Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada y protección contra raíces, formado por tubo de PVC de doble pared, la exterior corrugada y la interior lisa, color teja RAL 8023, diámetro nominal 110 mm, rigidez anular nominal 8 kN/m², y sección circular, con una pendiente mínima del 1.0%, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso p/p de accesorios, piezas especiales, juntas y lubricante para montaje. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones.Totalmente montado, conexionado y probado mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). | | | | | |
| Total m | | | 30,00 | 13,59 | 407,70 | | |
| 8.1.2 | Ud | Formación de pozo de registro de elementos prefabricados de hormigón en masa, de 1,00 m de diámetro interior y de hasta 2,1 m de altura útil interior, formado por: solera de 25 cm de espesor de hormigón armado HA-30/B/20/IIb+Qb ligeramente armada con malla electrosoldada ME 20x20 de Ø 8 mm, acero B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080; base prefabricada de hormigón en masa, de 125x125x100 cm, para pozo de 100 cm de diámetro interior, unión rígida machihembrada con junta de goma, según UNE-EN 1917, resistencia a compresión mayor de 250 kg/cm²; anillo prefabricado de hormigón en masa, para pozo, unión rígida machihembrada con junta de goma, según UNE-EN 1917, de 100 cm de diámetro interior y 50 cm de altura, resistencia a compresión mayor de 250 kg/cm² y finalmente como remate superior un cono asimétrico para brocal de pozo, prefabricado de hormigón en masa, unión rígida machihembrada con junta de goma, según UNE-EN 1917, de 100 a 60 cm de diámetro interior y 60 cm de altura, resistencia a compresión mayor de 250 kg/cm², con cierre de tapa circular estanca con bloqueo y marco de fundición clase D-400 según UNE-EN 124, carga de rotura 400 kN, instalado en calzadas de calles. Incluso preparación del fondo de la excavación, formación de canal en el fondo del pozo con hormigón en masa HM-30/B/20/I+Qb, empalme y rejuntado del encuentro de los colectores con el pozo y sellado de juntas con mortero, recibido de pates, anillado superior, recibido de marco, ajuste entre tapa y marco y enrase de la tapa con el pavimento I/P.P de escalera de pates para acceso a pozo. Totalmente montado, conexionado y probado mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio), incluyendo la excavación y el relleno del trasdós con material granular. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Pluviales | | 1 | | | | 1,00 | |
| Fecales | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 2,00 | 2,00 |
| Total Ud | | | 2,00 | 714,15 | 1.428,30 | | |
| 8.1.3 | Ud | Suministro y montaje de arqueta de paso enterrada, de dimensiones interiores 70x70x65 cm, prefabricada de hormigón armado sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/20/I de 15 cm de espesor, con marco y cierre de tapa estanca y marco de fundición clase D-400 según UNE-EN 124, carga de rotura 400 kN, atornillada. Incluso excavación mecánica y relleno del trasdós con material granular, conexiones de conducciones y remates con red enterrada y bajantes o colectores hasta cara superior de solera con tubería de PEAD con secciones según proyecto. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). | | | | | |
| Total Ud | | | 1,00 | 113,07 | 113,07 | | |
| 8.1.4 | M | Suministro y montaje de acometida general de saneamiento a la red general, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales a la red general del municipio, para la evacuación de aguas residuales y/o pluviales, formada por tubo de PVC liso u hormigón armado, serie SN-8, rigidez anular nominal 8 kN/m², colocado sobre cama o lecho de arena de 10 cm de espesor, debidamente compactada y nivelada con pisón vibrante de guiado manual, relleno lateral compactando hasta los riñones y posterior relleno con la misma arena hasta 30 cm por encima de la generatriz superior de la tubería, con sus correspondientes juntas y piezas especiales. Incluso demolición y levantado del firme existente y posterior reposición con hormigón en masa HM-20/P/20/I o asfalto, y conexión con la red general de saneamiento, sin incluir la excavación previa de la zanja y el posterior relleno principal de la misma. Totalmente montada, conexionada y probada mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| Fecales | | 1 | | | | 1,00 | |

Presupuesto parcial nº 8 SANEAMIENTO

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe | |
|--------------------------------|----|---|--|--------|----------|----------|
| | | | | 1,00 | 1,00 | |
| | | | Total m: | 1,00 | 42,84 | |
| 8.1.5 | Ud | Suministro y montaje de imbornal prefabricado de hormigón fck=25 MPa, de 69X30x100 cm de medidas interiores, para recogida de aguas pluviales, colocado sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/20/I de 10 cm de espesor y rejilla de fundición dúctil normalizada, clase D-400 según UNE-EN 124, compatible con hormigón o asfalto en caliente, abatible y antirrobo, con marco de fundición del mismo tipo, enrasada al pavimento. Totalmente instalado y conexionado a la red general de desagüe, incluyendo el relleno del trasdós con material granular y excavación. | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | |
| | | | | | Parcial | |
| | | | | | Subtotal | |
| Pluviales | | 8 | | | 8,00 | |
| | | | | | 8,00 | |
| | | | Total Ud: | 8,00 | 115,64 | |
| | | | | | 925,12 | |
| | | | Total subcapítulo 8.1.- RED DE SANEAMIENTO URBANIZACIÓN: | | | 2.917,03 |
| 8.2.- RED SANEAMIENTO INTERIOR | | | | | | |
| 8.2.1 | M | Suministro y montaje de colector enterrado en terreno no agresivo, con refuerzo bajo calzada y protección contra raíces, formado por tubo de PVC liso, serie SN-2, diámetro nominal 50 mm, rigidez anular nominal 2 kN/m², y sección circular, con una pendiente mínima del 1.0%, para conducción de saneamiento sin presión. Incluso p/p de accesorios, piezas especiales, juntas y lubricante para montaje. Colocado en zanja, sobre una cama de arena de río de 10 cm debidamente compactada y nivelada, relleno lateralmente y superiormente hasta 10 cm por encima de la generatriz con la misma arena; compactando ésta hasta los riñones.Totalmente montado, conexionado y probado mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). | | | | |
| | | | Total m: | 60,00 | 10,47 | |
| | | | | | 628,20 | |
| | | | Total subcapítulo 8.2.- RED SANEAMIENTO INTERIOR: | | | 628,20 |
| | | | Total presupuesto parcial nº 8 SANEAMIENTO : | | | 3.545,23 |

Presupuesto parcial nº 9 CONTROL DE CALIDAD

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | Precio | Importe |
|-----------------------------|----|--|----------|-------|------|---------|----------|
| 9.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS | | | | | | | |
| 9.1.1 | 1 | Granulometría por tamizado UNE 103101 | | | | | |
| | 1 | Límites de Atterberg UNE 103103 Y 103104 | | | | | |
| | 1 | Materia orgánica UNE 103204 | | | | | |
| | 1 | Sales solubles NLT 114 | | | | | |
| | 1 | Yesos NLT 115 | | | | | |
| | 1 | Colapso NLT 254 | | | | | |
| | 1 | Hinchamiento libre UNE 103601 | | | | | |
| | 1 | C.B.R. en laboratorio UNE 103502 | | | | | |
| | 1 | Proctor modificado (UNE 103501) | | | | | |
| | 5 | Densidad “in situ” | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

Presupuesto parcial nº 9 CONTROL DE CALIDAD

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|----|----|---|-------------|---------------|---------------|
| | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total | 1,00 | 401,23 | 401,23 |
| | | Total subcapítulo 9.3.- ALBAÑILERIA: | | | 401,23 |

9.4.- SOLADOS Y ALICATADOS

| | | | | | | | |
|--------------|----------|---|-------------|-------|------|---------------|---------------|
| 9.4.1 | 3 | Fabricación, curado y rotura a flexión y compresión de 6 probetas de 4x4x16a | | | | | |
| | | 7 y 28 días UNE EN 1015-11 140,40 €/Ud. | | | | | |
| | 3 | Escurrimiento en mesa de sacudidas UNE EN 1015-3 92,50 €/Ud. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total | 1,00 | | | 301,65 | 301,65 |
| 9.4.2 | 1 | Características geométricas UNE EN ISO 10545-2 81,00 €/Ud. | | | | | |
| | 1 | Absorción de agua UNE EN ISO 10545-4 60,10 €/Ud. | | | | | |
| | 1 | Resistencia flexión. UNE EN ISO 10545-4 179,20 €/Ud. | | | | | |
| | 1 | Dureza del rayado según Mohs UNE 67101 37,00 €/Ud. | | | | | |
| | 1 | Resistencia química UNE EN ISO 10545-8 150,40 €/Ud. | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total | 1,00 | | | 45,30 | 45,30 |
| | | Total subcapítulo 9.4.- SOLADOS Y ALICATADOS: | | | | | 346,95 |

9.5.- SANEAMIENTO

| | | | | | | | |
|--------------|-----------|---|-------------|-------|------|---------------|---------------|
| 9.5.1 | Ud | Prueba servicio instalación de saneamiento | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud | 1,00 | | | 315,62 | 315,62 |
| | | Total subcapítulo 9.5.- SANEAMIENTO: | | | | | 315,62 |

9.6.- FONTANERIA

| | | | | | | | |
|--------------|-----------|--|-------------|-------|------|---------------|---------------|
| 9.6.1 | Ud | Prueba servicio instalación de fontanería | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud | 1,00 | | | 298,50 | 298,50 |
| | | Total subcapítulo 9.6.- FONTANERIA: | | | | | 298,50 |

9.7.- ELECTRICIDAD

| | | | | | | | |
|--------------|-----------|---|-------------|-------|------|---------------|---------------|
| 9.7.1 | Ud | Prueba servicio instalación electricidad | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud | 1,00 | | | 490,30 | 490,30 |

Presupuesto parcial nº 9 CONTROL DE CALIDAD

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | Precio | Importe |
|--|----|--|----------|-------|------|-----------|----------|
| Total subcapítulo 9.7.- ELECTRICIDAD: | | | | | | 490,30 | |
| 9.8.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | | | | | | | |
| 9.8.1 | Ud | Prueba servicio instalación pc incendios | | | | | |
| | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | Total Ud: | | | 1,00 | 265,45 | 265,45 |
| Total subcapítulo 9.8.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS: | | | | | | 265,45 | |
| Total presupuesto parcial nº 9 CONTROL DE CALIDAD : | | | | | | 10.114,64 | |

Presupuesto parcial nº 10 SEGURIDAD Y SALUD

| Nº | Ud | Descripción | Medición | | | | Precio | Importe |
|------|----|--------------------------|---|-------|-------|------|---------|----------|
| 10.1 | | Seguridad y salud s/ ESS | | | | | | |
| | | | Uds. | Largo | Ancho | Alto | Parcial | Subtotal |
| | | | 1 | | | | 1,00 | |
| | | | | | | | 1,00 | 1,00 |
| | | | Total: | | | | 1,00 | 2.954,00 |
| | | | Total presupuesto parcial nº 10 SEGURIDAD Y SALUD : | | | | | 2.954,00 |

Presupuesto parcial nº 11 VARIOS

| Nº | Ud | Descripción | Medición | Precio | Importe |
|--|-----------|---|-----------------|---------------|----------------|
| 11.1 | M | Bordillo recto de 35x15 cm para uso en calzada, bicapa, UNE-EN 1340, colocado sobre base de hormigón no estructural (HNE-20/P/20) de 20 cm de espesor y rejuntado con mortero de cemento, industrial, M-5. Incluso excavación de zanja si es necesario con retirada de tierras sobrantes a camión y a vertedero, hormigón, nivelación, etc. Incluso cánon de vertido. | | | |
| Total m: | | | 400,00 | 21,89 | 8.756,00 |
| 11.2 | Pa | Partida alzada de mobiliario de oficina, incluyendo escritorios de oficina, armarios, estanterías, mesas para juntas, así como aparatos electrónicos tales como teléfonos, ordenadores, impresoras, destructores de papel. | | | |
| Total PA: | | | 1,00 | 50.000,00 | 50.000,00 |
| Total presupuesto parcial nº 11 VARIOS : | | | | | 58.756,00 |

3. Resumen del presupuesto de ejecución de material

Presupuesto de ejecución material

| | |
|---|-------------------|
| 1 IMPLANTACIÓN EN OBRA | 21.235,79 |
| 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS | 8.475,00 |
| 3 CIMENTACIONES | 36.670,13 |
| 4 ESTRUCTURA | 80.135,85 |
| 4.2.- CERRAJERÍA METÁLICA | 10.649,00 |
| 4.2.1.- CERRAMIENTO PARCELA | 8.296,00 |
| 4.2.2.- BARANDILLAS Y PISO ESCALERAS | 1.660,00 |
| 4.2.3.- CERRAMIENTO PROTECCIÓN SOLAR | 693,00 |
| 5 ALBAÑILERÍA | 138.215,65 |
| 5.1.- TABIQUERÍA | 36.925,42 |
| 5.1.1.- TABIQUERÍA DE FÁBRICA | 22.471,68 |
| 5.1.2.- TABIQUERÍA DE CARTÓN YESO | 14.453,74 |
| 5.2.- AISLAMIENTOS | 8.316,00 |
| 5.3.- CARPINTERÍA METÁLICA | 3.269,77 |
| 5.3.1.- PUERTAS GALVANIZADAS DE PASO EN FACHADA | 1.300,00 |
| 5.3.2.- CARPINTERÍA METÁLICA INTERIOR | 1.688,40 |
| 5.3.3.- CIERRAPUERTAS | 281,37 |
| 5.4.- CARPINTERÍA DE MADERA Y FENÓLICA | 7.906,76 |
| 5.5.- FALSOS TECHOS | 12.303,10 |
| 5.6.- ACABADOS | 3.032,96 |
| 5.7.- PAVIMENTOS | 14.864,37 |
| 5.8.- FONTANERÍA Y ACS | 13.720,67 |
| 5.8.1.- Tuberías de agua fría y caliente | 8.672,26 |
| 5.8.2.- Generación ACS | 4.283,27 |
| 5.8.3.- Otros | 765,14 |
| 5.9.- SANITARIOS | 9.409,89 |
| 5.10.- ACCESORIOS ASEOS | 3.192,13 |
| 5.11.- PINTURAS | 21.774,58 |
| 5.12.- CARPINTERÍA ALUMINIO | 3.500,00 |
| 6 CUBIERTA | 55.072,72 |
| 7 CONTRA INCENDIOS | 12.967,71 |
| 7.1.- Extintores | 3.978,60 |
| 7.2.- Carteles | 760,02 |
| 7.3.- Detección y Alarma | 2.335,27 |
| 7.4.- Luminarias de Emergencias | 4.961,00 |

| | |
|---------------------------------------|-------------------|
| 7.5.- Hidrante | 932,82 |
| 8 SANEAMIENTO | 3.545,23 |
| 8.1.- RED DE SANEAMIENTO URBANIZACIÓN | 2.917,03 |
| 8.2.- RED SANEAMIENTO INTERIOR | 628,20 |
| 9 CONTROL DE CALIDAD | 10.114,64 |
| 9.1.- MOVIMIENTO DE TIERRAS | 350,00 |
| 9.2.- CIMENTACION Y ESTRUCTURA | 7.646,59 |
| 9.3.- ALBAÑILERIA | 401,23 |
| 9.4.- SOLADOS Y ALICATADOS | 346,95 |
| 9.5.- SANEAMIENTO | 315,62 |
| 9.6.- FONTANERIA | 298,50 |
| 9.7.- ELECTRICIDAD | 490,30 |
| 9.8.- PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | 265,45 |
| 10 SEGURIDAD Y SALUD | 2.954,00 |
| 11 VARIOS | 58.756,00 |
| Total | 428.142,72 |

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de CUATROCIENTOS VEINTIOCHO MIL CIENTO CUARENTA Y DOS EUROS CON SETENTA Y DOS CÉNTIMOS.

Alfajarín 23/09/2020

4. Presupuesto de ejecución por contrata

| Capítulo | Importe |
|--|------------|
| Capítulo 1 IMPLANTACIÓN EN OBRA | 21.235,79 |
| Capítulo 2 MOVIMIENTO DE TIERRAS | 8.475,00 |
| Capítulo 3 CIMENTACIONES | 36.670,13 |
| Capítulo 4 ESTRUCTURA | 80.135,85 |
| Capítulo 5 ALBAÑILERÍA | 138.215,65 |
| Capítulo 5.1 TABIQUERÍA | 36.925,42 |
| Capítulo 5.1.1 TABIQUERÍA DE FÁBRICA | 22.471,68 |
| Capítulo 5.1.2 TABIQUERÍA DE CARTÓN YESO | 14.453,74 |
| Capítulo 5.2 AISLAMIENTOS | 8.316,00 |
| Capítulo 5.3 CARPINTERÍA METÁLICA | 3.269,77 |
| Capítulo 5.3.1 PUERTAS GALVANIZADAS DE PASO EN FACHADA | 1.300,00 |
| Capítulo 5.3.2 CARPINTERÍA METÁLICA INTERIOR | 1.688,40 |
| Capítulo 5.3.3 CIERRAPUERTAS | 281,37 |
| Capítulo 5.4 CARPINTERÍA DE MADERA Y FENÓLICA | 7.906,76 |
| Capítulo 5.5 FALSOS TECHOS | 12.303,10 |
| Capítulo 5.6 ACABADOS | 3.032,96 |
| Capítulo 5.7 PAVIMENTOS | 14.864,37 |
| Capítulo 5.8 FONTANERÍA Y ACS | 13.720,67 |
| Capítulo 5.8.1 Tuberías de agua fría y caliente | 8.672,26 |
| Capítulo 5.8.2 Generación ACS | 4.283,27 |
| Capítulo 5.8.3 Otros | 765,14 |
| Capítulo 5.9 SANITARIOS | 9.409,89 |
| Capítulo 5.10 ACCESORIOS ASEOS | 3.192,13 |
| Capítulo 5.11 PINTURAS | 21.774,58 |
| Capítulo 5.12 CARPINTERÍA ALUMINIO | 3.500,00 |
| Capítulo 6 CUBIERTA | 55.072,72 |
| Capítulo 7 CONTRA INCENDIOS | 12.967,71 |
| Capítulo 7.1 Extintores | 3.978,60 |
| Capítulo 7.2 Carteles | 760,02 |
| Capítulo 7.3 Detección y Alarma | 2.335,27 |
| Capítulo 7.4 Luminarias de Emergencias | 4.961,00 |
| Capítulo 7.5 Hidrante | 932,82 |
| Capítulo 8 SANEAMIENTO | 3.545,23 |
| Capítulo 8.1 RED DE SANEAMIENTO URBANIZACIÓN | 2.917,03 |
| Capítulo 8.2 RED SANEAMIENTO INTERIOR | 628,20 |
| Capítulo 9 CONTROL DE CALIDAD | 10.114,64 |

| Capítulo | Importe |
|--|------------|
| Capítulo 9.1 MOVIMIENTO DE TIERRAS | 350,00 |
| Capítulo 9.2 CIMENTACION Y ESTRUCTURA | 7.646,59 |
| Capítulo 9.3 ALBAÑILERIA | 401,23 |
| Capítulo 9.4 SOLADOS Y ALICATADOS | 346,95 |
| Capítulo 9.5 SANEAMIENTO | 315,62 |
| Capítulo 9.6 FONTANERIA | 298,50 |
| Capítulo 9.7 ELECTRICIDAD | 490,30 |
| Capítulo 9.8 PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS | 265,45 |
| Capítulo 10 SEGURIDAD Y SALUD | 2.954,00 |
| Capítulo 11 VARIOS | 58.756,00 |
| Presupuesto de ejecución material | 428.142,72 |
| 13% de gastos generales | 55.658,55 |
| 6% de beneficio industrial | 25.688,56 |
| Suma | 509.489,83 |
| 21% IVA | 106.992,86 |
| Presupuesto de ejecución por contrata | 616.482,69 |

Asciende el presupuesto de ejecución por contrata a la expresada cantidad de SEISCIENTOS DIECISEIS MIL CUATROCIENTOS OCHENTA Y DOS EUROS CON SESENTA Y NUEVE CÉNTIMOS.

En Zaragoza a 23 de Septiembre de 2020

Firmado

Adrián Laplaza Masnou